Aus der Abteilung für Kieferorthopädie
Ärztliche Direktorin: Professor Dr. D. Dausch-Neumann
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

Der Gesichtsschädel- und Weichteilaufbau bei Patienten mit der Kieferanomalie echte Progenie unter besonderer Berücksichtigung des Holdaway-Winkels.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
Ulrich Wolfgang Andreas Jung
aus Geislingen an der Steige

1984

LIBRARY

Aus der Abteilung für Kieferorthopädie
Ärztliche Direktorin: Professor Dr. D. Dausch-Neumann
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

Der Gesichtsschädel- und Weichteilaufbau bei Patienten mit der Kieferanomalie echte Progenie unter besonderer Berücksichtigung des Holdaway-Winkels.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
Ulrich Wolfgang Andreas Jung
aus Geislingen an der Steige

1984

Dekan:	Professor Dr. D. Plester
1. Berichterstatter:	Professor Dr. D. Dausch-Neumann
2. Berichterstatter:	Professor Dr. K. Jahnke

REFO-DRUCK HANS VOGLER TÜBINGEN

Meinen Eltern gewidmet

Zuerst möchte ich mich bei Frau
Professor Dr. D. Dausch-Neumann
für die Oberlassung des Themas und
ihre Unterstützung bei der Durchführung
der Arbeit herzlich bedanken.
Mein Dank gilt auch Frl. Christa Maucher,
Diplominformatikerin an der Abteilung
für medizinische Dokumentation, für
ihre Hilfe bei der statistischen Auswertung
der Meßergebnisse.

I Einleitung

Das Fernröntgenbild ist heutzutage bei der Diagnose, Prognose und Kontrolle des Behandlungsablaufes in der Kieferorthopädie nicht mehr wegzudenken.
Während bei kieferorthopädischen Modellen aus Gips, Photostatbildern, Funktionsbefunden und Röntgenstatus lediglich Teilaspekte einer Anomalie dargestellt werden können, gestattet die Fernröntgenaufnahme einen umfassenden Einblick in den architektonischen Aufbau des Schädels und ermöglicht so die Klärung des Zusammenhangs zwischen der knöchernen Unterlage und dem Weichteilprofil.

Trotzdem hat das Fernröntgenverfahren nur zögernd die ihm gebührende Anerkennung erfahren, da die Schwierigkeiten bei der Herstellung der Aufnahme und der anschließenden Interpretation des Befundes anfänglich einen verhältnismäßig großen Aufwand dargestellt haben. Die Erkenntnisse aus der Analyse zahlreicher Fernröntgenprofilaufnahmen und weitreichenden Untersuchungen der Zusammenhänge im Aufbau des Gesichtsschädels haben jedoch die Bedeutung dieses Verfahrens als unentbehrliches Hilfsmittel für den Kieferorthopäden bestätigt.

Im Rahmen unserer Untersuchung sollen bei Patienten mit echter Progenie durch den Vergleich der Meßergebnisse bestimmter Altersgruppen wachstumsbedingte Veränderungen im Gesichtsschädel- und Weichteilaufbau erkannt und den Werten bei Normalokklusion gegenübergestellt werden.

Das Gesichtsprofil wird von der Anomalie stark beeinfluß und viele Patienten fühlen sich von der beeinträchtigten Ästhetik am meisten gestört. Bei der folgenden Untersuchung findet der Holdaway-Winkel deshalb eine besondere Berücksichtigung, da er in Beziehung zum knöchernen und Weichteilprofil steht und sich im Betrag sowie in der altersbedingten Entwicklung von der Normalokklusion deutlich unterscheiden müßte.

II Literaturübersicht

1. historischer Oberblick

Seit Ende des 18. Jahrhunderts gibt es Verfahren auf wissenschaftlicher Basis, den Schädel des Menschen metrisch zu ergründen und daraus Kiefergesichtsbeziehungen herzuleiten. Aus dieser Zeit stammt die noch heute gültige Campersche Ebene und Frankfurter Horizontale. Man war gezwungen, die Messungen an maszerierten Schädeln auszuführen, bis die Entdeckung und Nutzbarmachung der Röntgenstrahlung neue Wege bei der Diagnostik eröffnete.

Die ersten Versuche einer röntgenologischen Schädeluntersuchung stammen von F. HAUPTMEYER (28) und A. CIENSZYNSKI (28) in den Jahren 1913 bis 1919. H. BROADBENT (28) entwickelte 1926 seinen sog. Cephalostaten und erreichte durch die Erweiterung des Film/Objekt-Fokusabstandes eine erhöhte Zeichenschärfe des Röntgenbildes.

1931 veröffentlichten dann BROADBENT (18) in den USA und HOFRATH (18) in Deutschland unabhängig voneinander ihre Methoden zur Herstellung von Fernröntgenaufnahmen. Statt der seit C.O. SIMPSON (28) im Jahre 1929 angegebenen Film-Fokusentfernung von 1,5 m forderte BROADBENT einen Abstand von 4,5 m und HOFRATH 2,3 m. Dadurch fand der Begriff "Fernröntgen" seine eigentliche Entstehung. An dieser Stelle sei eingeschoben, daß heute wieder Aufnahmen mit 1,50 m Abstand angefertigt werden, dies wird durch die Möglichkeit gerechtfertigt, den Brennfleck verkleinern zu können. (SCHMUTH (29)).

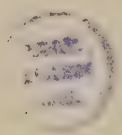
HOFRATH und BROADBENT entwickelten in jener Zeit Einstellgeräte um den Kopf des Patienten so zu orientieren, daß zu beliebigen Zeitpunkten die Aufnahme unter denselben Bedingungen wiederholt werden kann.

Von nun an war man in der Lage, Wachstumsreihenuntersuchungen eines Patienten herzustellen sowie exakte Vergleiche zwischen verschiedenen Patienten zu ziehen.

Leider waren damit die Schwierigkeiten der Fernröntgenuntersuchung noch nicht beseitigt, denn seither entstanden in Nordamerika und Europa unzählige neue Meßverfahren, die verschiedene Wege gingen. Nach E. HAUSSER (12) wird dadurch jedoch die Bedeutung dieses kephalometrischen Hilfsmittels nicht gemindert, denn bei allen Verfahren steht als wichtigste Aufgabe die Klärung der Zahnachsenstellung zur Kieferbasis und eine Eruierung der Besonderheiten der Morphologie des Schädelbaus im Vordergrund.

Im amerikanischen Schrifttum ist eine große Anzahl von Untersuchungen zu finden, die sich mit dem Gesichtsschädelaufbau beschäftigen. STOCKFISCH (36) nennt die klassischen Auswertungsverfahren von THOMPSON (1941 - 47), TWEED (1946), WYLIE (1949), DOWN (1948), RIEDEL (1952), STEINER (1953), HOLDAWAY (1956), JARABAK (1959) und RICKETTS (1960, 64 und 1974). Dieser entwickelte später ein System, um mit Hilfe des Computers das individuelle Wachstumsmuster eines Patienten bestimmen und im vorgesehenen Behandlungsablauf berücksichtigen zu können.
Die Normwerte der amerikanischen Autoren beziehen sich auf Patienten mit einer sog. "excellenten" oder "normalen" Okklusion, welche aber nicht näher beschrieben wird.

Im Gegensatz dazu leiten sich im deutschsprachigen Schrifttum die Normwerte von der anatomisch korrekten Okklusion ab. KORKHAUS (12) und A.M. SCHWARZ (12) trennen weiter die gnathometrische von der kraniometrischen Befunderhebung, um schon in der Diagnostik die besonderen Verhältnisse des Gebisses in der gnathometrischen Analyse erfassen zu können, ohne von kraniometrischen Charakteristika beeinflußt zu werden.



In Norwegen haben HASUND (8) und ULSTEIN (28) erkannt, daß die jeweiligen Gesichtstypen verschiedene harmonische Kombinationen aufweisen können und legten sie nach Untersuchungsreihen an Kindern fest. BJÖRK (28) und ØDEGAARD (28) untersuchten mit Hilfe von Metallimplantaten die Wachstumsvorgänge im Kiefer- und Kondylusbereich, um ein Parameter für das erwartete Wachstum zu finden.

Mittlerweile gibt es unzählige Methoden der Fernröntgenanalyse, es würde jedoch den Rahmen dieser Übersicht sprengen, auf sie näher einzugehen. Es ist auffallend, daß seit den sechziger Jahren ein Wandel in der Forschungsrichtung eingetreten ist, denn während man bisher versucht hat, die charakteristischen Merkmale von erbgebundenen Kieferanomalien zu ergründen, geht man nun einen Schritt weiter und verfolgt das Ziel, über möglichst präzise Wachstumsprognosen die Therapie noch effizienter werden zu lassen.

An dieser Stelle soll noch erwähnt werden, daß heute speziell für Darstellungen von Weichteilen statt dem klassischen Röntgenaufnahmeverfahren die Technik der Xeroradiographie zur Verfügung steht. An Stelle des Röntgenfilms wird hier eine elektrisch geladene Halbleiterplatte verwendet, welche nach der Strahlenexposition ein Ladungsmuster beinhaltet, das durch Aufstäuben eines geladenen Pulvers sichtbar und entsprechend kopierbar wird.

Bei der Fernröntgenanalyse konnte sich dieses Verfahren noch nicht durchsetzen, da es noch keine allgemeine Verbreitung gefunden hat und z.Zt. lediglich eine einzige Kassettengröße zur Verfügung steht. Für den Nachweis von Fremdkörpern (Glassplitter) und für die Abbildungen von Weichteilprozessen hat sich die Xeroradiographie einen festen Platz in der Diagnostik erobert.

2. Die Fernröntgenanalyse

Um eine vorliegende Anomalie räumlich beurteilen zu können, ist neben einem Fernröntgenbild in der Norma lateralis ein frontales Bild erforderlich. Obwohl schon 1959 KORKHAUS (2) und DAUSCH-NEUMANN (2) die zusätzliche diagnostische Ausbeute der transversalen Dimensionen bei einer frontalen Aufnahme beschrieben haben, spielt das frontale Fernröntgenbild nicht die gleichbedeutende Rolle wie das laterale.
Nach DAUSCH-NEUMANN liegen die Gründe dafür in der Schwierigkeit, die entsprechenden Punkte exakt festzulegen, daneben in der zusätzlichen Strahlenbelastung, welche bei einer Routineuntersuchung nicht zu vertreten sei und in der Problematik, den Kopf exakt und reproduzierbar zu fixieren.

Bezüglich der Thematik dieser Disseration stehen die sagittalen Abweichungen bei der Progenie im Vordergrund, welche durch das laterale Fernröntgenbild vorzüglich dargestellt werden. Die einheitliche Orientierung nach der Frankfurter Horizontalen und der Median-Sagittal-Ebene ergibt eine fixierte, objektiv meßbare diagnostische Unterlage, die die Kieferanomalie erfaßt und ermöglicht, das im Rahmen der Untersuchung besonders interessierende Knochen- und Weichteilprofil auszuwerten.

Die Fernröntgenanalyse entwickelt sich im Laufe der Zeit ständig weiter.
Wie DAUSCH-NEUMANN (4) schreibt, ging man früher davon aus, daß sich bei einem harmonischen Zahnbogen die darüberliegenden Weichteile ebenfalls in Harmonie befinden, bzw., daß sie sich bei Anomalien der skelettalen Unterlage anpassen. Aus diesem Grunde wurden hauptsächlich die skelettalen Beziehungen untersucht und der Weichteilbedeckung zu wenig Beachtung geschenkt. In Amerika ist man von dieser Tendenz abgekommen und begann seit den vierziger Jahren Weichteilanalysen in vielfältiger Weise anzustellen. Als Beispiele seien hier Verfahren von RIEDEL, BURSTONE, BOWKER and MEREDITH, HOLDAWAY, RICKETTS, MERRIFIELD, BJÖRK, WYLIE u.a. genannt.

Früher war ANGLE (4) der Ansicht, daß nur bei normaler Okklusion die schönste Harmonie des Gesichtes möglich sei, während später A.M. SCHWARZ (4) das Vor- und Rückgesicht als die natürlichen Spielarten des Gesichtes angibt. BURSTONE (4) begründet einen unharmonischen Profilverlauf ohne dentosklettale Abweichungen in einer unterschiedlichen Lippenkonstitution.
Bereits 1939 vermerkt KORKHAUS (15) eine außerordentliche Schwankung der Weichteildicke und den erblichen Einfluß darauf in den Ergebnissen seiner Zwillingsforschung. HAUSSER (10) führt diese Diskrepanz auf die Abhängigkeit der Weichteile ebenfalls von der Erbanlage, aber auch von Konstitution, Alter und Ernährungsstand zurück und addiert deshalb die individuelle Weichteildicke zu dem knöchernen Profil, um den Profilverlauf des Gesichtes zu erhalten.
Folglich muß nach DAUSCH-NEUMANN (4) bei einer anatomisch korrekten Okklusion nicht ein den Durchschnittswerten entsprechender Profilverlauf angetroffen werden und umgekehrt kann der Ausnahmefall einer Kieferanomalie mit einem Biometprofil auftreten, wenn sich im Bereich des Kieferdrittels die skelettale Abweichung mit der Weichteilpolsterung in günstiger Weise ergänzt bzw. ausgleicht.

Der zunehmenden Bedeutung des Weichgewebeprofils trug HOLDAWAY (8) Rechnung und fand eine einheitliche Bewertungsgrundlage für Schädelskelett und Weichgewebe. Zu diesem Zweck führte er den sog. "H-Winkel" ein und definierte ihn als den Winkel aus der Tangente an Kinn und Oberlippe und der Skelettlinie NB. Somit wird eine Beziehung zwischen dem Weichgewebe und einer skelettalen Referenzlinie hergestellt. ALOE (1) und HASUND (8) weisen jedoch darauf hin, daß eine kieferorthopädische Behandlung durch eine Veränderung der Neigung und Stellung der Incisivi eine augenfällige Änderung des Winkels bewirken kann. Aus diesem Grunde werden bei dieser Arbeit nur Patienten berücksichtigt, die sich noch keiner kieferorthopädischen Behandlung unterzogen haben.

An dieser Stelle soll jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß obwohl das Fernröntgenbild als Hilfsmittel zur kephalometrischen Untersuchung eine weltweite Anerkennung und Verbreitung erfahren hat, von verschiedener Seite vor einer übertriebenen Bewertung der Ergebnisse gewarnt wird.

So erklärt HOTZ (18), daß beim Fernröntgenverfahren die diagnostischen Mittel bei weitem die therapeutischen Maßnahmen übersteigen.
Die intensive Beschäftigung mit der jeweiligen Fernröntgenaufnahme wird jedoch nicht nur aus diagnostischen Gründen durchgeführt, sondern auch zum Zwecke der Therapieplanung und Wachstumsprognose.

SCHMUTH (29) führt mehrere Kritikpunkte an. Seiner Meinung nach bringt die Darstellung eines dreidimensionalen Gebildes wie des Schädels auf einer Ebene die Möglichkeit von Fehlern und Irrtümern bei der Strukturanalyse mit sich, weiterhin sei die Festlegung und Definition von Bezugspunkten schwieriger als ursprünglich angenommen.
Hierdurch könnten nicht unerhebliche Differenzen bei Messungen verschiedener Untersucher bzw. bei mehrmaliger Wiederholung der Messung des gleichen Begutachters entstehen, welche nicht unberücksichtigt bleiben dürften.
HAUSSER (12) prüfte die Einwände und bemerkte nach einer gewissen Einarbeitungszeit des Untersuchers eine Einengung der Fehlerbreite in einem Maße, das die Ergebnisse nicht mehr nennenswert beeinträchtigt.
Aus diesem Grunde fordert er zu Recht, daß die Erhebung der kephalometrischen Befunde immer in einer Hand bleiben soll, wobei Wissen und Erfahrung des Begutachters den Wert der Aufnahme gewährleisten.

SCHMUTH (29) sieht daneben die bisher festgelegten Normwerte für die kephalometrisch ermittelte Schädelstruktur wegen der individuellen Variation der Anatomie des Schädels als äußerst problematisch an.
In ähnlicher Weise äußern sich auch PANAGIOTIDIS und WITT (21), welche zur Beurteilung eines Normwertes als zusätzliche Faktoren Alter, Geschlecht, Rasse und individuelles Wachstumsmuster heranziehen. Dies hat zur Folge, daß Normtabellen bei der fernröntgengenologischen Diagnose zwar einen Leitfaden darstellen, aber die individuelle Diagnose dominant sein soll.

WITT (21) verbietet die Verwendung von absoluten Werten zur Bestimmung von Klassifikationen, da der verschiedene Schädelaufbau zu einer korrelativen Bewertung der Einzelbefunde zwingt. Die gleiche Richtung schlägt HASUND (8) ein, indem er mit harmonischen Relationen die korrelativen Zusammenhänge verschiedener Befunde aufzeigt.

Diese Aufweichung der starren Normeinteilung läßt die manchmal auftretende Diskrepanz zwischen Fernröntgen- und Modellbefund überwinden und steigert die Aussagekraft der Fernröntgenuntersuchung.

3. Der progene Formenkreis

Das Krankheitsbild der Progenie hat frühzeitig Anlaß zu fernröntgenologischen Studien gegeben, da die sagittalen Abweichungen in der Profilaufnahme gut erfaßt werden. Mit ihrem Formenreichtum stellt sie nach HAUSSER (11) einen außerordentlich interessanten Anomalienkomplex dar, denn neben der Beeinträchtigung des Kauorgans durch Zahnstellungs- und Bißlageabweichungen wird die Harmonie des Gesichtsausdrucks in ungünstiger Weise beeinflußt.

Das Leitsymptom des umgekehrten Schneidezahnüberbisses, die sog. positive sagittale Stufe, kann verschiende Ursachen besitzen.
Aus diesem Grunde prägte BIMLER den Begriff "progener Formenkreis". Sämtliche Formen der Progenie haben die Tendenz zur Verschlechterung, wobei sie von nur geringen Abweichungen im Milchgebiß ausgehen.

Die geringste Ausprägung der Anomalie besitzt die progene Verzahnung, welche durch einen Falschstand einzelner Zähne hervorgerufen wird. Sie kommt wie der progene Zwangsbiß auch im Milchgebiß vor. Jener entsteht durch eine falsche Schneidekantenführung im Eckzahnbereich. Die Patienten können noch eine Kantenbißstellung einnehmen, rutschen aber sekundär nach vorne ab. A.M. SCHWARZ (25) spricht hier von einer "Bißluxation".
Ein anderer Fall tritt bei einer Wachstumshemmung des Oberkiefers ein, sei es durch Nichtanlagen einzelner Zähne, durch vorzeitigen Zahnverlust oder sei es durch Spaltbildungen. Obwohl der Unterkiefer cephalometrisch richtig liegt, wird die positive sagittale Stufe durch die Rücklage des Oberkiefers bedingt und sekundär durch eine vom Oberkiefer nicht gehemmte Unterkieferentwicklung begünstigt. Man bezeichnet diese Form als unechte Progenie.

Im Gegensatz dazu liegt bei der echten Progenie die primäre Schuld an einem überentwickelten Unterkiefer, welcher nach REICHENBACH (25) und nach SCHMUTH (29) vor allem durch eine hereditär determinierte große Zunge beeinflußt wird. Wie DAUSCH-NEUMANN (2) und REICHENBACH (25) feststellen, beschränkt sich die Abweichung nicht nur auf die Sagittale, auch in der Transversalen ist eine Vergrösserung des Unterkieferkörpers nachweisbar, welche jedoch nur in der Norma frontalis dargestellt werden kann. Sekundär kann der Oberkiefer durch den fehlenden Wachstumsschub des nicht mehr umfassten Unterkiefers verkleinert sein. Patienten mit einer echten Progenie besitzen typische Profilveränderungen wie eine positive Lippentreppe, eine wulstige Unterlippe, eine vertiefte Nasolabialfalte, ein unterentwickeltes Mittelgesicht mit zurückliegender Nase und ein überentwickeltes Untergesicht mit deutlicher Kinnprominenz und vergrößertem Unterkieferwinkel. Durch einen verlängerten horizontalen Kieferast können REICHENBACH (25) zufolge neben einer Mesialbißlage regelwidrige Lücken im Seitenzahngebiet und ein im Verhältnis zum Oberkiefer vorzeitiger Zahndurchbruch und -wechsel auftreten.

Wie Zwillings- und Familienforschungen ergeben, ist diese Progenieform zwar niemals angeboren, ihr vererbter Charakter dagegen nachgewiesen. Nach SCHULZE (33) entscheidet darüber, ob jemand zeitlebens Mikroformen einer Progenie behält oder eine hochgradige sich verschlimmernde Form aufweist, die Anzahl ererbter auf Vergrößerung des Unterkiefers oder Hemmung des Oberkiefers gerichteter Gene im Sinne eines multifaktoriellen genetischen Systems, wobei exogene Faktoren die polygene Anlage fördern oder beeinträchtigen können. Für BJÖRK (7) hängt die Ausprägung dieser Anomalie zusätzlich von der Länge und Form der Schädelbasis ab, welche deshalb im Verhältnis zu Ober- und Unterkiefer in der Untersuchung mitberücksichtigt werden soll.

Die echte Progenie kommt sowohl im Milch-, Wechsel-, als auch im bleibenden Gebiß vor und verschlechtert sich durch zunehmendes Wachstum und falsche Funktion des Unterkiefers. Beeinflußbar ist das Größenmißverhältnis der Kiefer nur im frühen Alter von ungefähr vier Jahren, hierbei muß das Wachstum im Bereich des Kieferkörpers gebremst werden, sollte dies nicht gelingen, ist die Dysgnathie nur noch kieferchirurgisch zu korriegieren. Von großer Bedeutung ist folglich die Frühdiagnose und weiter eine konsequent durchgeführte Therapie, um den in der Zeit der Pubertät möglichen starken progenen Wachstumsschub aufzufangen, da er sonst ein Rezidiv verursachen kann.

III Eigene Untersuchungen

A Material und Methodik

1. Untersuchungsmaterial

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Fernröntgenprofilaufnahmen von 80 Patienten mit echter Progenie ausgewertet, die sich zuvor keiner kieferorthopädischen Behandlung unterzogen haben, um das Wesen der vorliegenden Anomalie unverfälscht untersuchen zu können.

Zum überwiegenden Teil handelt es sich um Patienten der kieferorthopädischen Abteilung des Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Tübingen, ärztliche Direktion Professor Dr. D. Dausch-Neumann, eine kleinere Anzahl stammt aus der dortigen kieferchirurgischen Abteilung und sechs weitere Aufnahmen gehören zu dem Patientengut des Stuttgarter Kieferorthopäden Dr. W. Kunz.

2. Gruppenteinteilung

Die Patienten wurden unabhängig vom Geschlecht entsprechend ihres chronologischen Alters in drei Gruppen aufgeteilt.
In der Gruppe I wurden Kinder im Alter von 7 bis 10 Jahren zusammengefaßt, in der Gruppe II die 11- bis 16-jährigen und in der Gruppe III die Erwachsenen ab dem 18. Lebensjahr.
In der ersten und zweiten Gruppe kamen jeweils 25 Bilder zur Auswertung, in der dritten Gruppe standen 30 Aufnahmen zur Verfügung. Im Rahmen dieser Untersuchung konnte der Frage nicht nachgegangen werden, ob bei den Patienten der Gruppe II und III im Kindesalter die gleiche Ausprägung der Progenie wie bei den Patienten der Gruppe I vorlag, oder ob sie sich erst später während der Pubertät voll entwickelte. Hier liegen wohl die Grenzen der Arbeit, jedoch kann normalerweise davon ausgegangen werden, daß sich das Erscheinungsbild der echten Progenie von der Kindheit an mit den charakteristischen Symptomen zeigt.

3. Angewandte Analyse

Die Bezugspunkte auf dem Fernröntgenbild wurden in Anlehnung an A. HASUND und D. DAUSCH-NEUMANN folgendermaßen definiert und in Abbildung 1 dargestellt:

a) knöcherne Referenzpunkte

Nasion (N)	der am weitesten anterior gelegene Punkt der Sutura nasofrontalis in der Median-Sagittal-Ebene (MSE)
Sella (S)	Zentrum der knöchernen Krypte der Sella turcica, es handelt sich um einen konstruierten Punkt in der MSE
Basion (Ba)	der am weitesten posterior und inferior gelegene Punkt des Clivus in der MSE
Spina (Sp)	der am weitesten anterior gelegene Punkt an der Spina nasalis anterior in der MSE
A'	konstruierter Punkt, Schnittpunkt des Lotes von Punkt A mit der Strecke Sp-Pm
Pterygomaxillare (Pm)	im Bild erkennbarer Schnittpunkt der hinteren Kontur des Corpus maxillare mit der Kontur des harten und weichen Gaumens
Sp'	konstruierter Punkt, Schnittpunkt der Strecke N-Me mit der Strecke Sp-Pm
A-Punkt nach Downs (A)	der tiefste Punkt der anterioren Kontur des Oberkieferalveolarfortsatzes in der MSE
B-Punkt nach Downs (B)	der tiefste Punkt der anterioren Kontur des Unterkieferalveolar-fortsatzes in der MSE
Pogonion (Pg)	der am weitesten anterior gelegene Punkt des knöchernen Kinns in der MSE
Menton (Me)	der tiefste Punkt der Unterkiefersymphyse
Gnathion (Gn)	der konstruierte Schnittpunkt der knöchernen Kinnkontur mit der Mittelsenkrechten auf der Verbindungslinie der Punkte Pg und Me

Goniontangentenpunkt (tgo)	Schnittpunkt der Mandibularlinie mit der Ramuslinie
Artikulare (Ar)	Schnittpunkt der Kontur der Basis cranii externa mit der dorsalen Kontur des Collum mandibulare im Fernröntgenseitenbild
Apikalpunkt des oberen Incisivus (isa)	der am weitesten apikal gelegene Punkt an der Wurzel des am weitesten anterior stehenden oberen mittleren Schneidezahnes
Incision superior (is)	der Mittelpunkt der Schneidekante des am weitesten anterior stehenden oberen mittleren Schneidezahnes
Incision inferior (ii)	der Mittelpunkt der Schneidekante des am weitesten anterior stehenden unteren mittleren Schneidezahnes
Apikalpunkt des unteren Incisivus (iia)	der am weitesten apikal gelegene Punkt an der Wurzel des am weitesten anterior stehenden unteren mittleren Schneidezahnes

b) Weichteilpunkte

Weichteilnasion (N')	Schnittpunkt der Verlängerung der Linie N-S mit der Kontur des Weichteilprofils
Pronasale (PRN)	der am weitesten anterior gelegene Punkt der Kontur der Nase
Subspinale (SLS)	der tiefste Punkt der anterioren Kontur der Oberlippe
Labrale superior (LS)	der am weitesten anterior gelegene Punkt der Oberlippe
Labrale inferior (LI)	der am weitesten anterior gelegene Punkt der Unterlippe
Submentale (SLI)	der tiefste Punkt der anterioren Kontur der Unterlippe
Weichteilpogonion (PG)	der am weitesten anterior gelegene Punkt des Weichteilkinns

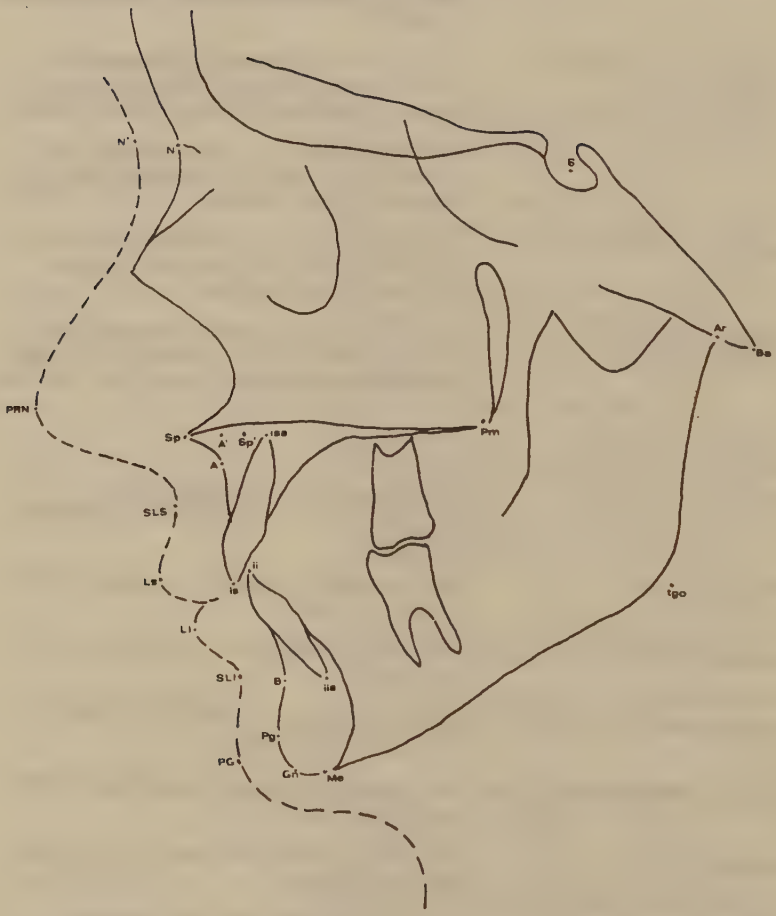


Abb. Nr. 1: Lage der Bezugspunkte

c) anguläre Messungen

SNA	ein Maß für die sagittale Position der Maxilla im Verhältnis zur Schädelbasis
SNB	ein Maß für die sagittale Position der Mandibula im Verhältnis zur Schädelbasis
ANB	ein Maß für die sagittale Relation der Maxilla zur Mandibula
SNPg	ein Maß für die sagittale Position der Mandibula mit Berücksichtigung des anteriorsten Punktes der Symphyse
SN'PG	ein Maß für die sagittale Position des Weichteilkinns im Verhältnis zur Schädelbasis
SN'PRN	ein Maß für die sagittale Position der Nasenspitze in Beziehung zu der Schädelbasis
H-Winkel	eine Relation des Weichteil- zum Hartgewebsprofil mit Hilfe der Neigung der H-Linie (PG-LS) zur Linie NB, genannt Holdaway-Winkel (siehe Abbildung Nr. 2)
NPg-PGLS	eine Relation des Weichteil- zum Hartgewebsprofil mit Hilfe der Neigung der H-Linie zu Linie NPg, auch "Tübinger Winkel" (T-Winkel) genannt
NAPg	ein Maß für die skelettale Konvexität
N'-SLS-PG	ein Maß für die Weichteilkonvexität
N'-PRN-PG	ein Maß für die Gesamt-Weichteilkonvexität mit Berücksichtigung des anterioren Wachstums der Nase
Ar-Tgo-Me	ein Maß für die Größe des Kieferwinkels und damit für die Form der Mandibula sowie für die Wachstumsprognose
Norderval-Winkel	er drückt die Prominenz des knöchernen Kinns in Relation zur Mandibularebene aus.
Y-Achse	der Winkel zwischen den Linien S-N und S-Gn wertet die Lage des Unterkiefers in Beziehung zur Schädelbasis
NSBa	Verhältnis des Clivus zur vorderen Schädelbasis

Interincisalwinkel	ein Maß für die Stellung der Incisivi zueinander, er setzt sich aus den Achsen des oberen und unteren mittleren Incisivus zusammen
is-isa-NA	ein Maß für die Stellung der Oberkieferincisivi zur Linie NA
ii-iia-NB	ein Maß für die Stellung der Unterkieferincisivi zur Linie NB
NS-Metgo	ein Maß für die Neigung der Mandibula zur vorderen Schädelbasis
NS-A'Pm	ein Maß für den Neigungsgrad der Maxilla zur Schädelbasis
Metgo-A'Pm	ein Maß für die Neigung der Mandibula in Bezug auf die Oberkieferbasis

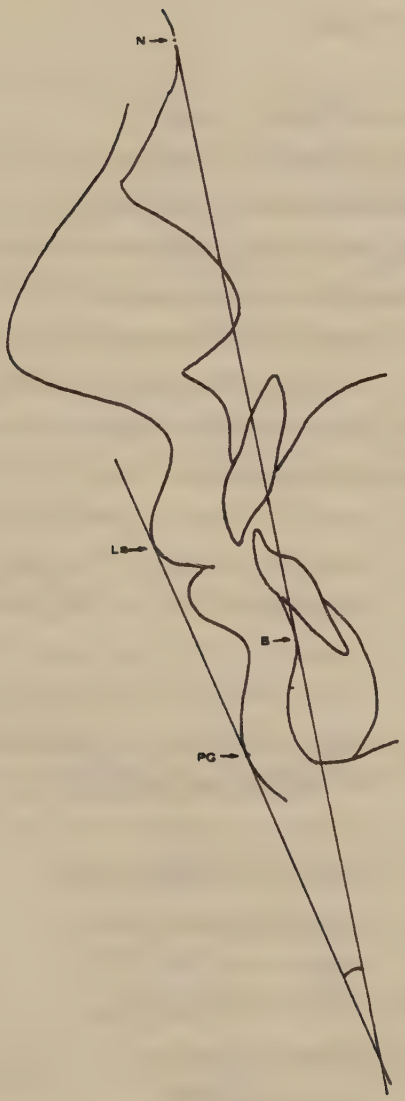


Abb. Nr. 2 : Konstruktion des Holdaway-Winkels

d) lineare Messungen

PGLS-S	Abstand der H-Linie zum Zentrum der knöchernen Krypte der Sella
PGLS-N'	Abstand der H-Linie zum Weichteilnasion
PGLS-PRN	Abstand der H-Linie zur Nasenspitze
PGLS-SLS	Abstand der H-Linie zum Subspinalpunkt
PGLS-LI	Abstand der H-Linie zur Unterlippenkante
PGLS-SLI	Abstand der H-Linie zum Submentalpunkt
NPg-PRN	Abstand der NPg-Linie zur Nasenspitze
NPg-SLS	Abstand der NPg-Linie zum Subspinalpunkt
NPg-SLI	Abstand der NPg-Linie zum Submentalpunkt
NPg-PG	Abstand der NPg-Linie zum Weichteilpogonion
NP-PRN	Abstand der NB-Linie zur Nasenspitze
NB-SLS	Abstand der NB-Linie zum Subspinalpunkt
NB-SLI	Abstand der NB-Linie zum Submentalpunkt
NB-PG	Abstand der NB-Linie zum Weichteilpogonion
NB-Pg	Abstand der NB-Linie zum knöchernen Pogonion
NA-$\underline{1}$	Stellung des Oberkieferincisivus zur Maxilla
NB-$\bar{1}$	Stellung des Unterkieferincisivus zur Mandibula
S-A'	Länge der Oberkieferdiagonalen
N-S	horizontale Hauptreferenzlinie
A'-Pm	Länge der Oberkieferbasis
Me-tgo	Länge der Mandibularlinie
S-tgo	hintere Gesichtshöhe
N-Me	vordere Gesichtshöhe
N-Sp'	obere Gesichtshöhe
Sp'-Me	untere Gesichtshöhe

e) Relationen

NS : Metgo	Schädelbasis zu Unterkieferbasis
NS : A'Pm	Schädelbasis zu Oberkieferbasis
A'Pm : Metgo	Oberkiefer- zu Unterkieferbasis
SA' : Metgo	Oberkieferdiagonale zu Unterkieferbasis
H-∢ : ANB	Holdaway Winkel zu ANB-Winkel
PGLS-NPg : ANB	Tübinger Winkel zu ANB-Winkel
NB-T : NB-Pg	Holdaway-Differenz
NME : Stgo	vordere zu hintere Gesichtshöhe
NSp' : Sp' Me	obere zu untere Gesichtshöhe

f) positive und negative Werte

Bei verschiedenen Messungen traten sowohl positive wie auch negative Werte auf; nachfolgend sind die Bedingungen für eine positive Wertung jener Meßergebnisse definiert:

1. ANB-Winkel:	Der SNB-Winkel ist kleiner als der SNA-Winkel
2. H-Winkel:	Die Linien PGLS und NB konvergieren caudalwärts
3. T-Winkel:	Die Strecken PGLS und NPg konvergieren caudalwärts
4. Abstand der H-Linie zu den Punkten N', LI und SLI:	Die aufgeführten Punkte liegen hinter der H-Linie
5. Abstand der NB-Linie zu dem Punkt P_g	Das Pogonion liegt vor der Linie N-B

4. Auswertungsverfahren

Die Fernröntgenaufnahmen in der Norma lateralis wurden einheitlich mit dem Profil nach links ausgemessen. Um das Röntgenbild nicht zu schädigen und mehrfache Zeichnungen auf der Grundlage desselben Bildes zu ermöglichen, kam eine Acetatfolie zur Verwendung, die mit Hilfe zweier Falze am linken und unteren Bildrand und zweier Heftklammern an der Aufnahme fixiert wurde. Die Durchzeichnung mit einem Bleistift der Stärke 8 H erfolgte auf der matten Seite der Folie.

Bei verschiedenen Fernröntgenbildern traten an Unter- und Hinterrand der Mandibula sowie an der Fossa pterygopalatina Doppelkonturen auf, diese wurden mit Hilfe einer konstruierten Mittelkontur korrigiert.

Bei Kindern, die sich im frühen Stadium des Frontzahnwechsels befanden, wurden keine Incisivi-Werte festgehalten.

Sämtliche Röntgenbilder wurden zweifach durchgezeichnet und von den beiden Meßwerten ein Mittelwert gebildet. Bei den Messungen wurden Lineal und Winkelmesser mit einer Halb-Grad Einteilung benutzt.

5. Röntgenapparatur

Bei sämtlichen Aufnahmen wurde zur Einstellung des Kopfes der Cephalostat von Siemens benutzt. In der Röntgenabteilung des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Tübingen wurden die Fernröntgenaufnahmen mit der Siemens Röhre Typ Bi 150/30/50 R und einem Film-Fokus Abstand von 4 m angefertigt.
Als Filmmaterial diente der X-Ray-Screen Film (Blue Base)
Cronex 2 Form 24/30 der Firma Du Pont mit Siemens Verstärkerfolien.

Die Aufnahmen wurden mit 75 KV und 200 mA 0,4 sec, die Fernröntgenbilder aus der Praxis Dr. Kunz mit dem Gerät Müller DA 20 mit 75 KV, 20 mA und 0,7 Sekunden belichtet. Als Filmmaterial fand der Kodak X-Omat XRP-5 Verwendung.
Durch den Aufnahmeabstand von 4 m liegt die Strahlenbelastung relativ niedrig. Die Hauptoberflächendosis beträgt 0,045 bis 0,1 rem. die Gonadendosis mit Bleischutz 0,005 rem und ohne Schürze 0,05 rem.

6. Statistik

Von den Ergebnissen wurden sowohl die Gesamtmittelwerte X_G und Standardabweichungen S_G als auch Mittelwerte der drei Gruppen X und deren Standardabweichungen S gebildet.

Mit Hilfe des Bartlett-Tests wurden die Gruppenwerte auf der Basis des 5 Prozent-Niveaus darauf geprüft, ob eine Normalverteilung und Varianzhomogenität erfüllt und somit eine nachfolgende Varianzanalyse aussagekräftig war.

Dieser Test stellt die Globalhypothese dar, bei deren Annahme die Nullhypothese, ebenfalls auf dem 5 Prozent-Niveau, durchgeführt wurde, falls sich die Gruppenwerte um mehr als 1 unterscheiden. Wurde die Nullhypothese beibehalten, so konnte kein signifikanter Unterschied der Werte bestätigt werden.

Bei einer Ablehnung der Hypothese dagegen fand der Newman-Keuls-Test Verwendung, um signifikante Unterschiede der Werte zwischen den ersten und zweiten, der zweiten und dritten, wie auch der ersten und dritten Gruppe aufzuzeigen.

Von bestimmten Wertepaaren wurden zusätzlich Regressionsgleichungen aufgestellt und die Korrelationskoeffizienten ermittelt.

B Ergebnisse

Zur übersichtlichen Darstellung werden die folgenden Abkürzungen verwendet:
Gruppenmittelwert X, dazugehörende Standardabweichung S,
Gesamtmittelwert X_G und dazugehörende Standardabweichungen S_G

1. Ergebnisse der angulären Messungen

1.1 SNA-Winkel, gemessen in Grad

Der untersuchte Winkel ermöglicht eine Beurteilung der sagittalen Position des Oberkiefers in Beziehung zur Schädelbasis. Mit zunehmendem Alter zeigt sich eine leichte Vergrößerung des Winkels, welche jedoch mit Hilfe der Varianzanalyse nicht als signifikant nachgewiesen wird.

Gruppe	I	II	III
X	78,53	79,46	80,08
S	3,46	4,09	3,78

X_G = 79,41 S_G = 3,82

1.2 SNB-Winkel, gemessen in Grad

Die sagittale Position des Unterkiefers im Verhältnis zur Schädelbasis nimmt signifikant von Gruppe zu Gruppe zu, dies bestätigt der Newman-Keuls-Test.

Gruppe	I	II	III
X	78,61	81,85	84,17
S	3,62	4,93	2,87

X_G = 81,74 S_G = 4,46

1.3 ANB-Winkel, gemessen in Grad

In der Gruppe der Kinder ist eine geringgradige Vorentwicklung des Unterkiefers zum Oberkiefer festzustellen, dies drückt sich in einem annähernd 0 betragenden Winkel aus. Das einsetzende massive Wachstum des Unterkiefers läßt in den beiden anderen Gruppen den Winkel deutlich kleiner werden.
Die Werte aller drei Gruppen verringern sich nach Newman-Keuls signifikant.

Gruppe	I	II	III
X	-0,09	-2,39	-4,09
S	2,73	2,99	2,76
X_G =	-2,33	S_G =	3,25

1.4 SNPg-Winkel gemessen in Grad

Dieser Winkel berücksichtigt bei der sagittalen Position des Unterkiefers den anteriorsten Punkt der Symphyse, wobei ebenfalls eine Zunahme beim Vergleich der Mittelwerte der Gruppen festzustellen ist. Der Bartlett Test wird nicht angenommen, so daß die Bedingungen für eine anschließende Varianzanalyse nicht erfüllt sind.

Gruppe	I	II	III
X	78,85	82,49	85,29
S	3,94	5,07	2,80
X_G =	82,44	S_G =	4,77

1.5 SN'PG-Winkel, gemessen in Grad

Im Verhältnis zur Schädelbasis verlagert sich die sagittale Position des Weichteilkinns mit zunehmendem Alter nach vorne, dies wird durch einen sich vergrößernden Winkel dargestellt. Die Varianzhomogenität und Normalverteilung wird von dem Bartlett Test nicht erwiesen, so daß keine Signifikanzen mit Hilfe der Varianzanalyse ermittelt werden.

Gruppe	I	II	III
X	80,70	84,71	86,88
X	4,27	5,01	2,54
X_G =	84,30	S_G =	4,72

1.6 SN'PRN-Winkel, gemessen in Grad

Zwischen der ersten und zweiten sowie zwischen der ersten und dritten Gruppe zeigen sich signifikante Unterschiede der sagittalen Position der Nasenspitze zur Schädelbasis. Die Zunahme der Mittelwerte verdeutlicht die Verlagerung des anteriorsten Punktes des Nasenprofils nach vorne.

Gruppe	I	II	III
X	104,40	108,31	109,93
X	5,88	6,22	4,54
X_G =	107,72	S_G =	5,97

1.7 Holdaway-Winkel, gemessen in Grad

Die Neigung der Holdaway Linie zur knöchernen Strecke NB verkleinert sich mit zunehmendem Alter. Der Newman-Keuls-Test ermittelt signifikante Veränderungen zwischen der ersten und zweiten sowie zwischen der ersten und dritten Gruppe

Gruppe	I	II	III
X	7,02	4,05	2,04
X	4,35	5,65	4,27
X_G =	4,19	S_G =	5,14

1.8 NPg-PGLS-Winkel, gemessen in Grad

Analog zur vorhergehenden Messung ergibt der Gruppenvergleich ebenfalls eine sich verringernde Neigung der Holdaway-Linie zur knöchernen Linie NPg. Auch hier zeigt die Varianzanalyse einen signifikanten Unterschied zwischen Gruppe I und II, sowie I und III.

Gruppe	I	II	III
X	7,31	4,71	3,19
S	3,76	5,24	3,91
X_G =	4,93	S_G =	4,60

1.9 NAPg-Winkel, gemessen in Grad

Die skelettale Konvexität nimmt mit zunehmendem Alter ab, dies wird an Hand der signifikanten Vergrößerung des Winkels in Bezug auf die drei Gruppen deutlich.

Gruppe	I	II	III
X	181,19	186,55	190,65
S	7,40	7,24	6,41
X_G =	186,47	S_G =	7,95

1.10 N'-SLS-PG-Winkel, gemessen in Grad

Alle drei Altersgruppen weisen einen sich signifikant vergrößernden Winkel auf. Die Weichteilkonvexität ohne Berücksichtigung der Nase nimmt somit im Laufe der Entwicklung ab.

Gruppe	I	II	III
X	171,25	175,85	179,21
S	5,02	7,47	4,90
X_G =	175,71	S_G =	6,70

1.11 N'-PRN-PG-Winkel, gemessen in Grad

Mit Berücksichtigung des Nasenprofils erhält man die sogenannte Gesamtweichteilkonvexität, welche ihren Wert nahezu unverändert läßt.

Gruppe	I	II	III
X	140,60	140,91	140,65
S	5,13	4,48	5,12
X_G =	140,67	S_G =	4,92

1.12 Ar-tgo-Me-Winkel, gemessen in Grad

Der Kieferwinkel nimmt von Altersgruppe zu Altersgruppe konstant zu, jedoch kann wegen eines abgelehnten Bartlett-Tests keine Varianzanalyse herangezogen werden.

Gruppe	I	II	III
X	130,38	131,61	132,56
S	4,01	5,28	7,73
X_G =	131,59	S_G =	6,07

1.13 Norderval-Winkel, gemessen in Grad

Die im Alter zunehmende Prominenz des knöchernen Kinns in Beziehung zur Mandibularebene zeigt sich an einer Abnahme des Nordervalwinkels bezogen auf die drei Altersgruppen. Zwischen allen drei Werten ermittelt der Newman-Keuls-Test signifikante Unterschiede.

Gruppe	I	II	III
X	62,02	55,04	50,69
S	7,15	6,42	6,30
X_G =	55,53	S_G =	8,06

1.14 Y-Achse, gemessen in Grad

Der Winkel zwischen den Linien N-S und S-Gn verkleinert sich mit zunehmendem Alter. Auf der Basis der beibehaltenen Nullhypothese wird aber hier keine Signifikanz festgestellt.

Gruppe	I	II	III
X	67,36	66,04	65,85
S	3,94	4,28	3,36
X_G =	66,37	S_G =	3,86

1.15 NSBa-Winkel, gemessen in Grad

Zwischen Clivus und vorderer Schädelbasis verringert sich der Winkel im Laufe des Wachstumgeschehens. Die Nullhypothese ergibt keine signifikanten Veränderungen.

Gruppe	I	II	III
X	131,92	130,58	129,09
S	4,40	5,33	6,22
X_G =	130,42	S_G =	5,555

1.16 Interincisalwinkel, gemessen in Grad

Im zunehmenden Alter vergrößert sich der Winkel zwischen der Achse des oberen und unteren mittleren Incisivus. Signifikante Unterschiede werden mit beibehaltener Nullhypothese nicht aufgezeigt.

Gruppe	I	II	III
X	136,94	137,71	141,56
S	6,70	11,38	9,70
X_G =	139,14	S_G =	9,83

1.17 is-isa-NA-Winkel, gemessen in Grad

Die Stellung des oberen Incisivus zur Linie NA ändert sich nicht wesentlich, lediglich von der ersten Gruppe der Kinder zur zweiten Gruppe der Jugendlichen ist eine Zunahme des Winkels festzustellen.

Gruppe	I	II	III
X	21,58	25,08	25,75
S	5,97	5,95	7,59
X_G =	24,51	S_G =	6,82

1.18 ii-iia-NB-Winkel gemessen in Grad

Die Neigung der Achse des unteren Incisivus wird mit zunehmendem Alter geringer. Im Newman-Keuls-Test ergeben sich zwischen der ersten und dritten sowie zwischen der zweiten und dritten Gruppe signifikante Unterschiede.

Gruppe	I	II	III
X	22,47	20,26	16,61
S	4,81	6,84	5,46
X_G =	19,27	S_G =	6,23

1.19 NS-Metgo-Winkel, gemessen in Grad

Die Unterkieferbasis geht mit der vorderen Schädelbasis einen Winkel ein, der im Laufe des Wachstumgeschehens leicht abnimmt. Signifikante Veränderungen werden durch eine bestätigte Nullhypothese nicht ermittelt.

Gruppe	I	II	III
X	36,06	35,86	35,53
S	5,76	5,51	6,14
X_G =	35,80	S_G =	5,77

1.20 NS-A'Pm-Winkel, gemessen in Grad

Im Gegensatz zur vorhergehenden Untersuchung zeigt der von Oberkiefer- und vorderer Schädelbasis beschriebene Winkel vom Kind zum Erwachsenen eine Vergrößerungstendenz, jedoch stellt die bestätigte Nullhypothese ebenfalls keine Signifikanz heraus.

Gruppe	I	II	III
X	7,03	8,05	8,60
S	2,53	4,06	2,83
X_G =	7,94	S_G =	3,21

1.21 Metgo-A'Pm-Winkel gemessen in Grad

Vergleicht man nun die Neigung des Unterkiefers in Bezug auf die Oberkieferbasis, so ist eine Verkleinerung des Winkels mit zunehmendem Alter zu erkennen, ohne daß die beibehaltene Nullhypothese signifikante Bereiche ermittelt.

Gruppe	I	II	III
X	29,05	27,79	26,90
S	5,55	5,03	6,94
X_G =	27,84	S_G =	5,98

2. Ergebnisse der linearen Messungen

2.1 Abstand der H-Linie zu Punkt Sella, gemessen in Millimetern

Der Abstand des Zentrums der knöchernen Krypte der Sella turcica zur Holdawaylinie (PGLS) erweitert sich innerhalb der drei Altersgruppen.
Eine Varianzanalyse auf der Basis des Bartlett-Testes kann nicht durchgeführt werden.

Gruppe	I	II	III
X	81,94	84,55	85,26
S	5,84	10,42	14,78

X_G = 83,97 S_G = 11,33

2.2 Abstand der H-Linie zum Weichteilnasion, gemessen in Millimetern

Ohne, daß der Bartlett-Test eine Varianzanalyse erlaubt, zeigt sich beim Vergleich der Gruppen eine Abnahme der Entfernung des Weichteilnasions von der H-Linie.

Gruppe	I	II	III
X	15,26	12,07	11,89
S	5,77	11,36	16,96

X_G = 13,06 S_G = 12,70

2.3 Abstand der H-Linie zur Nasenspitze, gemessen in Millimetern

Die ermittelten Gruppenwerte vergrößern sich bei Progenikern signifikant mit zunehmendem Alter.

Gruppe	I	II	III
X	7,45	11,05	15,66
S	2,68	5,47	4,54
X_G =	11,76	S_G =	5,55

2.4 Abstand der H-Linie zum Subspinalpunkt, gemessen in Millimetern

Die Werte des Subspinalpunktes ergeben altersbezüglich keine deutliche Änderung, die im Anschluß an den Bartlett-Test durchgeführte Nullhypothese wird hier beibehalten

Gruppe	I	II	III
X	3,01	3,99	3,75
S	1,33	1,90	2,10
X_G =	3,56	S_G =	1,84

2.5 Abstand der H-Linie zur Unterlippenkante, gemessen in Millimetern

Die Entfernung der Unterlippenkante von der H-Linie nimmt von Altersgruppen I bis III geringgradig zu, die Nullhypothese wird ebenfalls beibehalten. Durch die positive Lippenstufe liegen die LI-Punkte vor der H-Linie

Gruppe	I	II	III
X	- 1,44	- 2,00	- 2,57
S	1,49	2,05	2,11
X_G =	- 2,05	S_G =	1,94

2.6 Abstand der H-Linie zum Submentalpunkt, gemessen in Millimetern

Der Abstand des Submentalpunktes verringert sich bei Patienten mit echter Progenie mit zunehmendem Alter, die Bedingungen für eine durchzuführende Varianzanalyse auf der Basis des Bartlett-Testes werden nicht bestätigt.

Gruppe	I	II	III
X	3,09	2,62	2,01
S	4,75	1,80	1,67
X_G =	2,52	S_G =	3,08

2.7 Abstand der NPg-Linie zur Nasenspitze, gemessen in Millimetern

Im Gruppenverbleich wird eine signifikante Steigerung des Wertes über den Newman-Keuls-Test bewiesen.

Gruppe	I	II	III
X	24,30	28,08	30,48
S	4,00	3,20	4,39
X_G =	27,81	S_G =	4,76

2.8 Abstand der NPg-Linie zum Subspinalpunkt, gemessen in Millimetern

Bei einer beibehaltenen Nullhypothese zeigt sich eine von Gruppe I bis III verringernde Entfernung des Punktes zur Linie Nasion-Pogonion

Gruppe	I	II	III
X	12,07	11,66	10,22
S	2,74	3,80	3,00
X_G =	11,20	S_G =	3,21

2.9 Abstand der NPg-Linie zum Submentalpunkt, gemessen in Millimetern

Die Gruppenwerte ergeben keine Aussage bezüglich einer altersbedingten Vergrößerung oder Verkleinerung dieser Strecke, die durchgeführte Nullhypothese wird beibehalten.

Gruppe	I	II	III
X	9,16	10,24	9,77
S	2,25	1,88	2,11
X_G =	9,68	S_G =	2,12

2.10 Abstand der NPg-Linie zum Weichteilpogonion, gemessen in Millimetern

Der Abstand des Weichteilpogonions zeigt mit zunehmendem Alter keine deutliche Tendenz der Veränderung, die Nullhypothese wird erneut beibehalten.

Gruppe	I	II	III
X	10,78	12,03	11,13
S	3,57	2,05	1,73
X_G =	11,24	S_G =	2,57

2.11 Abstand der NB-Linie zur Nasenspitze, gemessen in Millimetern

An Hand des Newman-Keuls-Tests kann ein signifikantes Ansteigen der Werte ermittelt werden.

Gruppe	I	II	III
X	24,51	28,62	31,44
S	3,89	3,29	4,30
X_G =	28,41	S_G =	4,90

2.12 Abstand der NB-Linie zum Subspinalpunkt, gemessen in Millimetern

Ein Gruppenvergleich ergibt keine altersbezügliche Veränderung der Entfernung des Subspinalpunktes zur Linie Nasion-Basion. Der Bartlett-Test erlaubt keine aussagefähige Varianzanalyse.

Gruppe	I	II	III
X	12,14	12,40	11,56
S	1,98	3,65	2,72
X_G =	11,96	S_G =	2,76

2.13 Abstand der NB-Linie zum Submentalpunkt, gemessen in Millimetern

Die drei Mittelwerte des Submentalpunktes zur NB-Linie weisen nach dem angewandten Newman-Keuls-Test eine signifikante Zunahme zwischen der Gruppe I und II sowie I und III auf.

Gruppe	I	II	III
X	9,56	11,41	11,77
S	1,43	1,75	1,35
X_G =	10,94	S_G =	1,77

2.14 Abstand der NB-Linie zum Weichteilpogonion, gemessen in Millimetern

Der Newman-Keuls-Test zeigt auch bei den Werten des Weichteilpogonions eine signifikante Vergrößerung zwischen der Gruppe I und II und der Gruppe I und III, dagegen keine zwischen der Gruppe II und III.

Gruppe	I	II	III
X	10,43	13,50	13,40
S	2,12	2,60	2,09
X_G =	12,44	S_G =	2,63

2.15 Abstand der NB-Linie zum knöchernen Pogonion, gemessen in Millimetern

Die Entfernung des knöchernen Pogonions zur Linie NB nimmt von der ersten bis zur dritten Altersgruppe zu. Ein signifikanter Unterschied besteht laut dem Newman-Keuls-Test zwischen Gruppe I und III.

Gruppe	I	II	III
X	0,36	1,34	2,30
S	1,51	1,40	1,91
X_G =	1,41	S_G =	1,84

2.16 Stellung des Oberkieferincisivus zur Maxilla, gemessen in Millimetern

Die Stellung des ersten Incisivus wird über den Abstand der Linie NA zu dem am weitesten anterior gelegenen Punkt der Zahnkrone erfaßt. Dieser nimmt bei Patienten mit echter Progenie mit wachsendem Alter zu, wobei der Newman-Keuls-Test einen signifikanten Unterschied zwischen Mittelwert I und II sowie I und III feststellt.

Gruppe	I	II	III
X	3,25	5,66	6,33
S	1,86	1,66	2,09
X_G =	5,33	S_G =	2,29

2.17 Stellung des Unterkieferincisivus zur Mandibula, gemessen in Millimetern

Die Entfernung des am weitesten anterior gelegenen Punktes des unteren ersten Incisivus zu der Linie NB vergrößert sich nur zwischen dem ersten und zweiten Gruppenwert, Signifikanzen werden keine nachgewiesen.

Gruppe	I	II	III
X	3,51	4,36	4,24
S	1,56	2,37	2,06
X_G =	4,08	S_G =	2,04

2.18 Länge der Oberkieferdiagonalen, gemessen in Millimetern

Dieser Wert ergibt sich aus dem Abstand der Punkte S und A', er steigt innerhalb der Gruppe I bis III nach dem Newman-Keuls-Test signifikant an.

Gruppe	I	II	III
X	69,68	75,88	81,58
S	3,56	4,08	5,21
X_G =	76,17	S_G =	6,77

2.19 Länge der horizontalen Referenzlinie N-S, gemessen in Millimetern

Die Gruppenmittelwerte I bis III nehmen nach Newman-Keuls signifikant zu.

Gruppe	I	II	III
X	63,55	66,93	71,10
S	2,48	3,07	3,68
X_G =	67,53	S_G =	4,56

2.20 Länge der Oberkieferbasis A'-Pm, gemessen in Millimetern

Mit wachsendem Alter zeigt sich bei unterschiedlichen Gruppen eine signifikante Verlängerung der Oberkieferbasis, welche durch den Newman-Keuls-Test erwiesen wird.

Gruppe	I	II	III
X	40,55	43,13	45,61
S	2,20	2,71	3,90
X_G =	43,30	S_G =	3,78

2.21 Länge der Unterkieferbasis Me-tgo, gemessen in Millimetern

Ein Vergleich der Gruppenwerte I bis III mit Hilfe des Newman-Keuls-Tests zeigt ein signifikantes Ansteigen mit zunehmendem Alter.

Gruppe	I	II	III
X	60,23	70,17	78,28
S	3,31	4,18	4,49
X_G =	70,21	S_G =	8,78

2.22 Länge der hinteren Gesichtshöhe, gemessen in Millimetern

Die Werte der Strecke S-tgo nehmen nach Newman-Keuls von Gruppe zu Gruppe signifikant zu.

Gruppe	I	II	III
X	63,30	71,94	82,77
S	4,70	5,71	7,74
X_G =	73,53	S_G =	10,55

2.23 Länge der vorderen Gesichtshöhe N-Me, gemessen in Millimetern

Ein signifikantes, altersabhängiges Anwachsen der Mittelwerte ergibt sich ebenfalls bei der Untersuchung der vorderen Gesichtshöhe bei Patienten mit Progenie in unterschiedlichem Alter.

Gruppe	I	II	III
X	101,45	114,00	128,74
S	5,90	9,51	9,37
X_G =	115,91	S_G =	14,49

2.24 Länge der oberen Gesichtshöhe N-Sp' , gemessen in Millimetern

Die obere Gesichtshöhe verlängert sich mit wachsendem Alter signifikant, wie der durchgeführte Newman-Keuls-Test erweist.

Gruppe	I	II	III
X	45,06	49,29	54,98
S	3,04	4,55	3,91
X_G =	50,23	S_G =	4,74

2.25 Länge der unteren Gesichtshöhe Sp'-Me, gemessen in Millimetern

Die untere Gesichtshöhe nimmt von der ersten bis zu der dritten Gruppe ebenfalls signifikant zu, dies ergibt sich an Hand des Newman-Keuls-Tests.

Gruppe	I	II	III
X	56,43	64,71	73,44
S	3,87	6,27	7,69
X_G =	65,56	S_G =	9,64

3. Ergebnisse der errechneten Relationen

Um eine möglichst genaue statische Erfassung des Quotienten innerhalb der Gruppen zu gewährleisten, wurden bei den linearen Verhältnissen in jeder Gruppe alle Werte zueinander in Beziehung gesetzt und aus den erhaltenen Einzelquotienten ein gruppenbezüglicher Mittelwert sowie ein Gesamtmittelwert gebildet. Dieses Verfahren konnte bei den zwei angulären Relationen und der Holdawaydifferenz nicht angewandt werden, da bei diesen Positionen des öfteren positive und negative Werte auftraten, welche eine Summierung der Einzelquotienten verfälschen würden. Statt dessen wurden hier die Verhältnisse aus den Mittelwerten der Gruppen gebildet und miteinander verglichen.

3.1 (Verhältnis der Schädelbasis zur Unterkieferbasis) x 100

Die Unterkieferbasis nimmt in ihrer Länge im Verhältnis zur Schädelbasis signifikant zu und bewirkt einen sich verkleinernden Wert der Relation von Schädelbasis zu Unterkieferbasis.

Gruppe	I	II	III
X	105,75	95,66	91,03
S	0,06	0,07	0,06
X_G =	97,11	S_G =	0,09

3.2 (Verhältnis der Schädelbasis zur Oberkieferbasis) x 100

Der Quotient aller drei Altersgruppen zeigt keine Tendenz zur Veränderung, die Schädelbasis übertrifft die Oberkieferbasis im folgenden Verhältnis:

Gruppe	I	II	III
X	157,00	155,65	156,65
S	0,08	0,10	0,12
X_G =	156,51	S_G =	0,10

3.3 (Verhältnis der Oberkiefer- zur Unterkieferbasis) x 100

Das altersabhängige Zunehmen der Länge der Unterkieferbasis wird auch in Relation zur Oberkieferbasis deutlich, der Quotient nimmt nach Newman-Keuls signifikant ab.

Gruppe	I	II	III
X	67,43	61,54	58,40
S	0,04	0,03	0,06

X_G = 62,21 S_G = 0,06

3.4 (Verhältnis der Unterkieferbasis zur Oberkieferdiagonalen) x 100

Normalerweise ist die Unterkieferbasis kleiner als die Oberkieferdiagonale. Bei der Progenie kann sie dagegen gleich groß oder sogar größer werden. Die Untersuchung zeigt eine stetiges Anwachsen der Unterkieferbasis, sodaß sie in der Gruppe der Erwachsenen 95,70% der Oberkieferdiagonalen beträgt. Zwischen der ersten und zweiten, sowie der ersten und dritten Gruppe besteht ein signifikanter Unterschied.

Gruppe	I	II	III
X	86,34	92,30	95,70
S	0,04	0,04	0,07

X_G = 91,53 S_G = 0,08

3.5 Verhältnis des Holdaway-Winkels zu dem Winkel ANB

Mit zunehmendem Alter verkleinert sich das Verhältnis zwischen den beiden Winkeln. Bei der Berechnung wurde, wie oben erwähnt, der Betrag der Mittelwerte verwendet.

Gruppe	I	II	III
X	78,00	1,70	0,50

X_G = 1,80

3.6 Verhältnis des Tübinger Winkels zu dem Winkel ANB

Das Verhältnis des Tübinger Winkels zum ANB-Winkel verkleinert sich ebenfalls. Der anfänglich hohe Wert kommt durch den annähernd Null betragenden ANB-Winkel in der ersten Gruppe zustande.

Gruppe	I	II	III
X	81,22	1,97	0,78

X_G = 2,12

3.7 Holdawaydifferenz

Das Verhältnis der Entfernung des vordersten Punktes des ersten unteren Incisivus zur Linie NB und des Abstandes des knöchernen Pogonions zur Linie NB nimmt mit wachsendem Alter ab.

Gruppe	I	II	III
X	9,75	3,25	1,84

X_G = 4,95

3.8 (Verhältnis der vorderen zur hinteren Gesichtshöhe) x 100

Die Relation verringert sich altersabhängig nur in sehr geringem Maße, eine durchgeführte Nullhypothese wird beibehalten.

Gruppe	I	II	III
X	160,81	158,82	156,29
S	0,11	0,11	0,13

X_G = 158,43 S_G = 0,12

3.9 (Verhältnis der oberen zur unteren Gesichtshöhe) x 100

Bei einer beibehaltenen Nullhypothese verkleinern sich auch hier die Altersgruppenwerte leicht.

Gruppe	I	II	III
X	80,04	76,50	75,49
S	0,06	0,07	0,08

X_G = 77,26 S_G = 0,07

4. Korrelation des Holdaway-Winkels zu den übrigen Meßwerten

Die gegenseitige Abhängigkeit der Werte des Holdaway-Winkels zu anderen ermittelten Meßwerten läßt sich an Hand des linearen Korrelationskoeffizienten R abklären. Er wird durch die Lage der beiden Geraden der Regressionsgleichungen $y = f(x)$ und $x = f(y)$ beschrieben und kann Werte zwischen -1 und + 1 einnehmen. Für R = 0 ist überhaupt keine Beziehung zwischen den Werten festzustellen, während bei R = + 1 oder R = - 1 von einer vollständig gleichsinnigen oder gegensinnigen Korrelation ausgegangen wird. Eine signifikante Korrelation ergibt sich in Abhängigkeit von der Anzahl der verglichenen Wertepaare bei einer ermittelten Irrtumswahrscheinlichkeit P von unter 5 Prozent.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Korrelationskoeffizienten R samt den dazugehörenden prozentualen Irrtumswahrscheinlichkeiten P innerhalb der jeweiligen Altersgruppen ermittelt, sowie ein ohne Berücksichtigung der Gruppeneinteilung errechneter Gesamtkorrelationskoeffizient R_G mit der Irrtumswahrscheinlichkeit P_G gebildet. Es würde jedoch die Obersichtlichkeit beeinträchtigen, sämtliche Korrelationsdiagramme zu erläutern, deshalb werden nachfolgend nur die engeren Zusammenhänge zwischen den Wertepaaren beschrieben.

Die abgebildeten Diagramme beziehen sich auf alle ermittelten Meßwerte, ohne eine besondere Aufspaltung in Altersgruppen. Die eingezeichnete Regressionslinie gibt graphisch die Beziehung zwischen den beiden Variablen wieder.

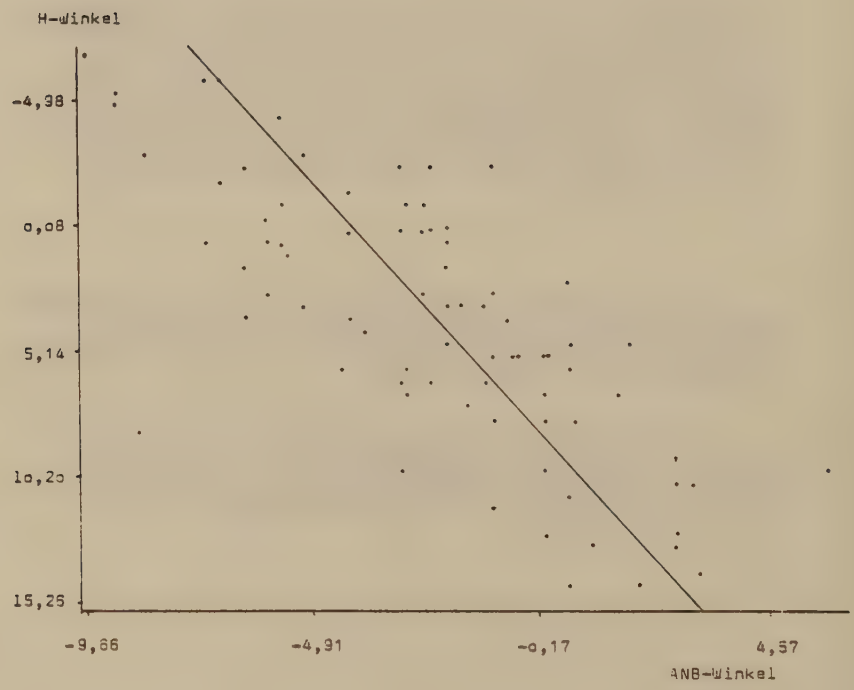
Treten schwache Korrelationen auf, oder korreliert der Winkel zu einem bestimmten Meßwert nur in zwei Gruppen, so bewirkt das graphisch eine größere Streuung der Punkte um die Regressionslinie. Dies tritt bei den Diagrammen 4.2, 4.7, 4.9, 4.11 und 4.12 auf.

4.1 Korrelation des H-Winkels zum Winkel ANB

Zwischen den Wertepaaren des H-Winkels und des ANB-Winkels zeigt sich in allen Gruppen eine starke signifikante Korrelation und ergibt einen engen Zusammenhang zwischen den beiden Winkeln.

Gruppe	I	II	III
R	0,74	0,77	0,56
P	0,00	0,00	0,12

R_G = 0,75 P_G = 0,0

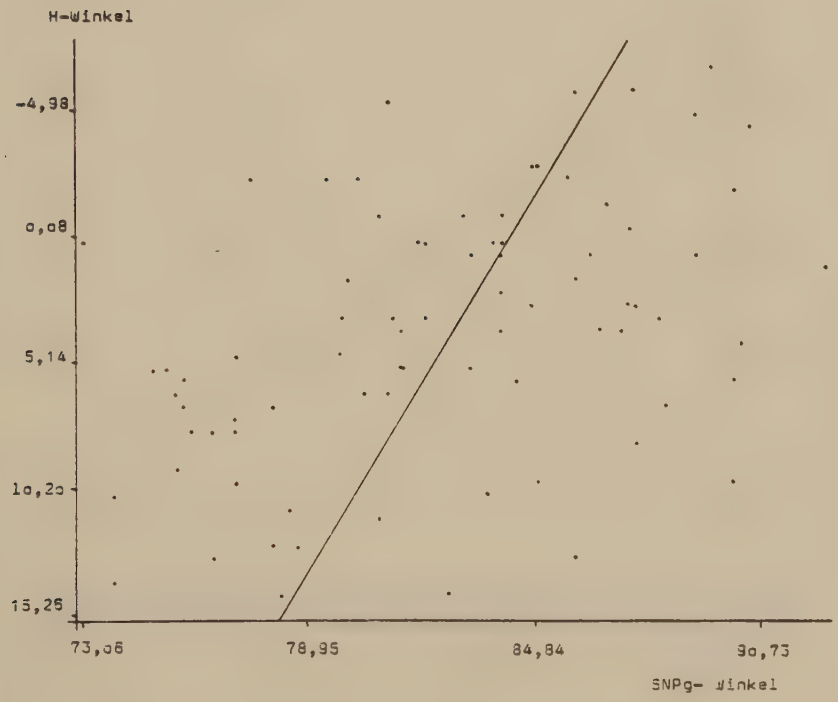


4.2 Korrelation des H-Winkels zum Winkel SNPg

In der ersten und zweiten Gruppe sowie beim Vergleich der sämtlichen Werte erhält man für den Winkel SNPg einen signifikanten gegenläufigen Zusammenhang zu dem H-Winkel.

Gruppe	I	II	III
R	-0,44	-0,41	-0,19
P	2,97	4,09	30,47

R_G = -0,43 P_G = 0,00

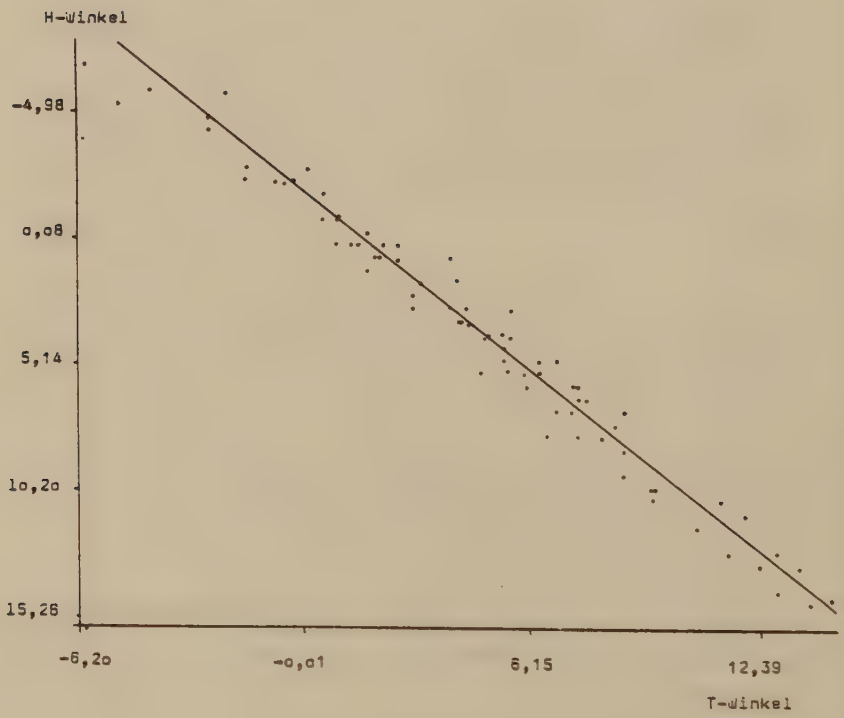


4.3 Korrelation des H-Winkels zum T-Winkel

Eine stark ausgeprägte signifikante Korrelation tritt zwischen diesen beiden Winkeln bei allen Gruppen auf.

Gruppe	I	II	III
R	0,98	0,99	0,98
P	0,0	0,0	0,0

R_G = 0,99 P_G = 0,0

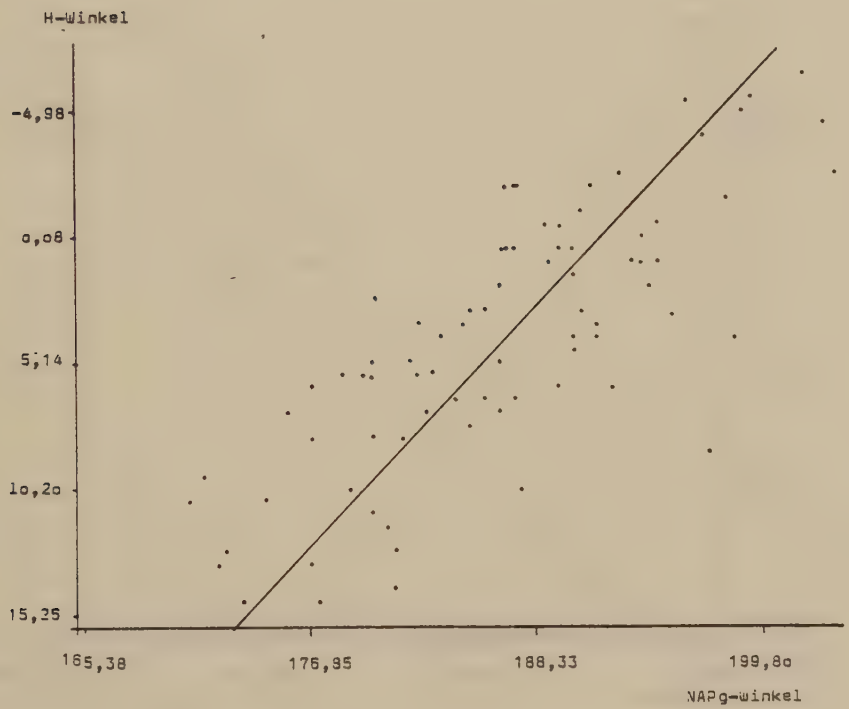


4.4 Korrelation des H-Winkels zum Winkel NAPg

Eine ebenfalls stark ausgeprägte signifikante, jedoch gegenläufige Beziehung besteht zwischen dem H-Winkel und dem Winkel NAPg in allen Gruppen.

Gruppe	I	II	III
R	-0,68	-0,83	-0,64
P	0,02	0,00	0,01

R_G = 0,77 P_G = 0,0

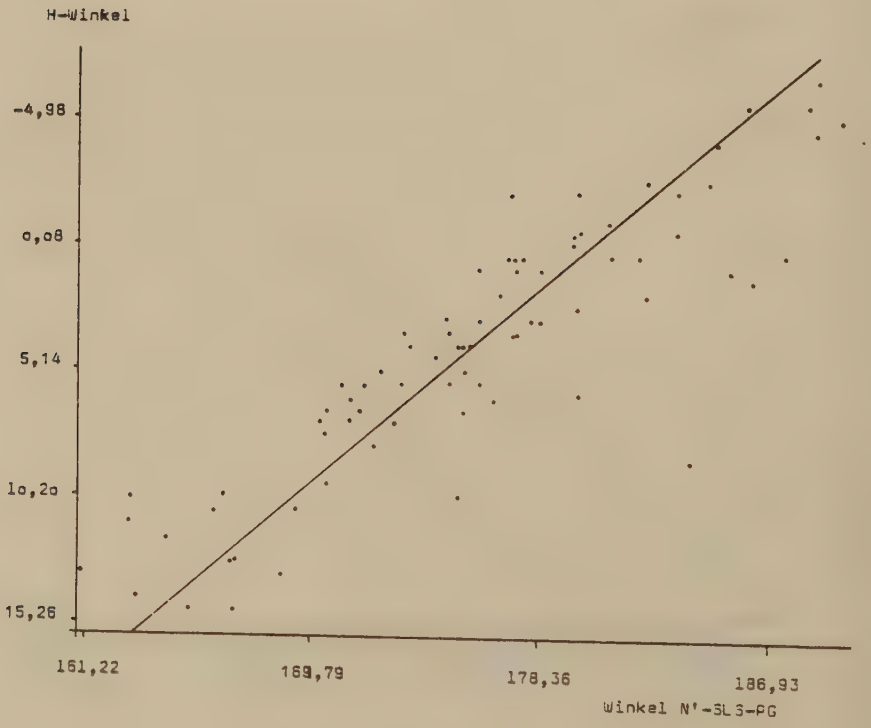


4.5 Korrelation des H-Winkels zum Winkel N'-SLS-PG

In allen drei Altersgruppen existiert eine klare gegenläufige signifikante Korrelation zwischen den untersuchten Wertepaaren.

Gruppe	I	II	III
R	-0,80	-0,93	-0,74
P	0,00	0,0	0,00

R_G = -0,87 P_G = 0,0

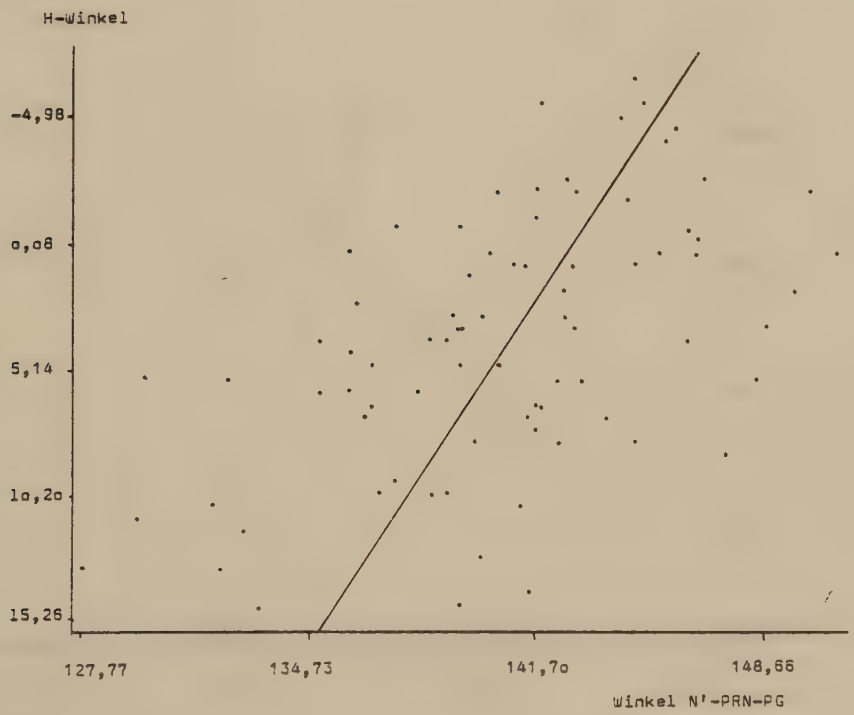


4.6 Korrelation des H-Winkels zum Winkel N'-PRN-PG

Ein signifikanter gegenläufiger Zusammenhang tritt in allen drei Altersgruppen auf.

Gruppe	I	II	III
R	-0,61	-0,55	-0,62
P	0,13	0,44	0,02

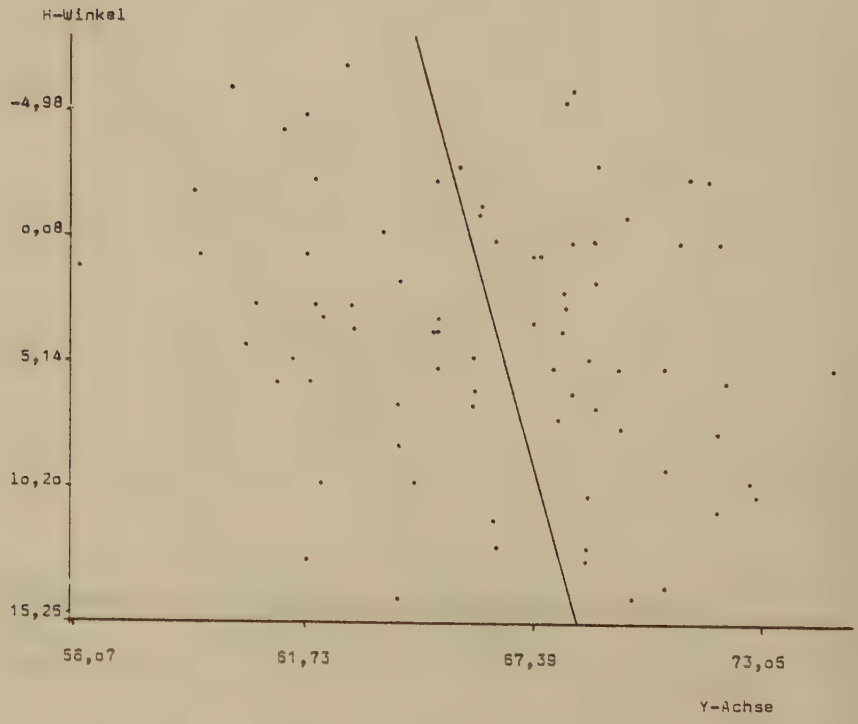
R_G = -0,53 P_G = 0,00



4.7 Korrelation des H-Winkels zur Y-Achse

Die Y-Achse korreliert in der ersten und zweiten Gruppe sowie beim Vergleich ohne Gruppentrennung signifikant mit dem H-Winkel.

Gruppe	I	II	III
R	0,41	0,41	0,30
P	4,28	4,44	9,96
R_G =	0,24	P_G =	3,07

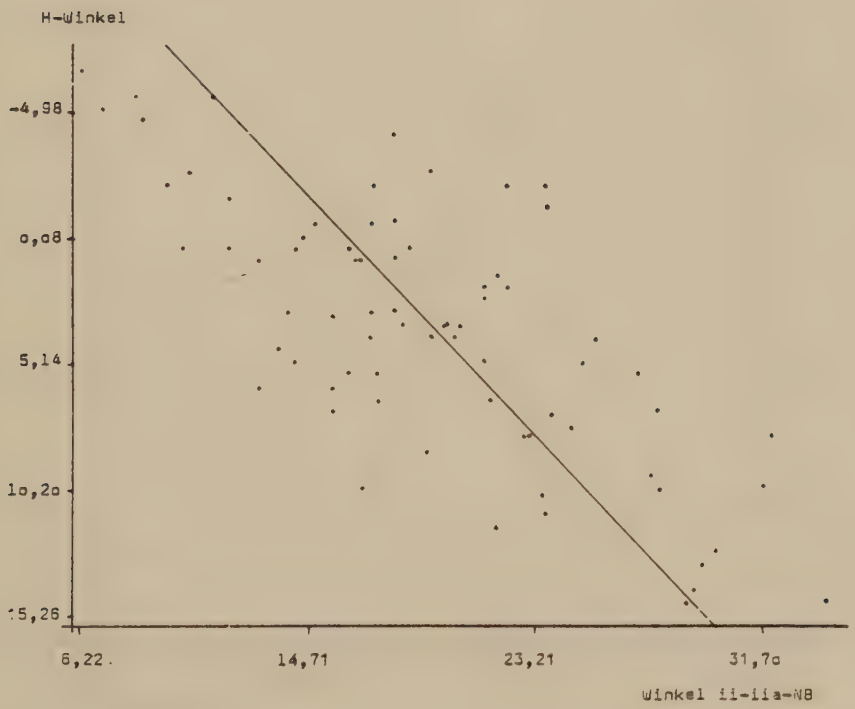


4.8 Korrelation des H-Winkels zum Winkel ii-iia-NB

In allen drei Gruppen existiert eine starke signifikante Beziehung zwischen den Wertepaaren.

Gruppe	I	II	III
R	0,77	0,71	0,66
P	0,02	0,01	0,01

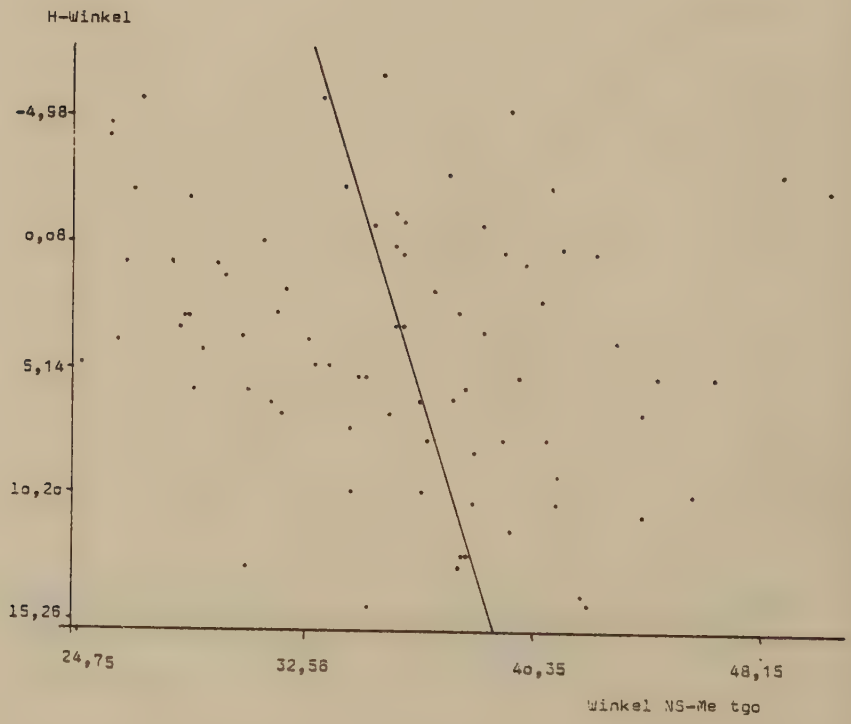
R_G = 0,74 P_G = 0,0



4.9 Korrelation des H-Winkels zum Winkel NS-Metgo

In der ersten und zweiten Gruppe und bei dem Vergleich der Wertepaare ohne eine Altersgruppentrennung besteht eine signifikante Korrelation.

Gruppe	I	II	III
R	0,51	0,43	0,13
P	0,95	3,04	47,98
R_G =	0,24	P_G =	3,29

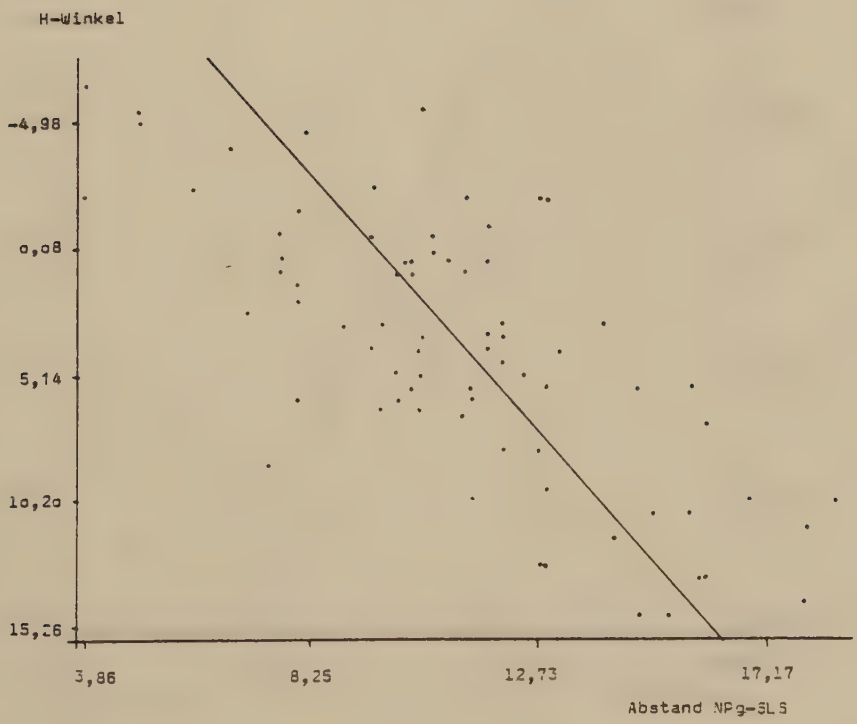


4.10 Korrelation des H-Winkels zum Abstand des Punktes SLS von der Linie NPg

Eine starke signifikante Beziehung zeigt sich in allen drei Gruppen.

Gruppe	I	II	III
R	0,67	0,82	0,63
P	0,02	0,000	0,01

R_G = 0,82 P_G = 0,0

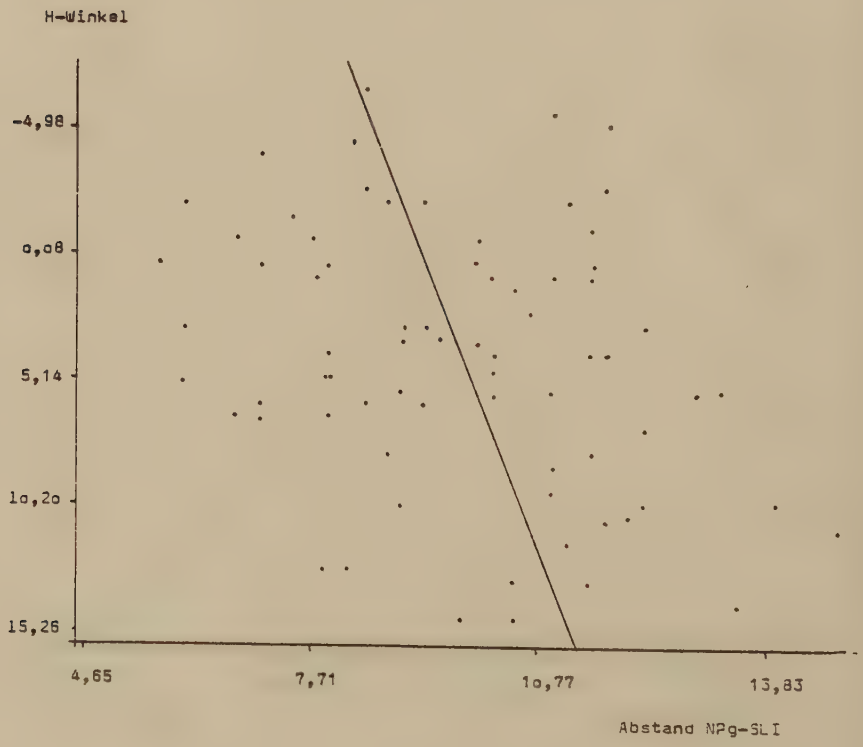


4.11 Korrelation des H-Winkels zum Abstand des Punktes SLI von der Linie NPg

In der zweiten und dritten Gruppe sowie beim Vergleich aller Wertepaare besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Meßwerten.

Gruppe	I	II	III
R	0,37	0,66	0,38
P	6,96	0,19	3,62

R_G = 0,34 P_G = 0,30

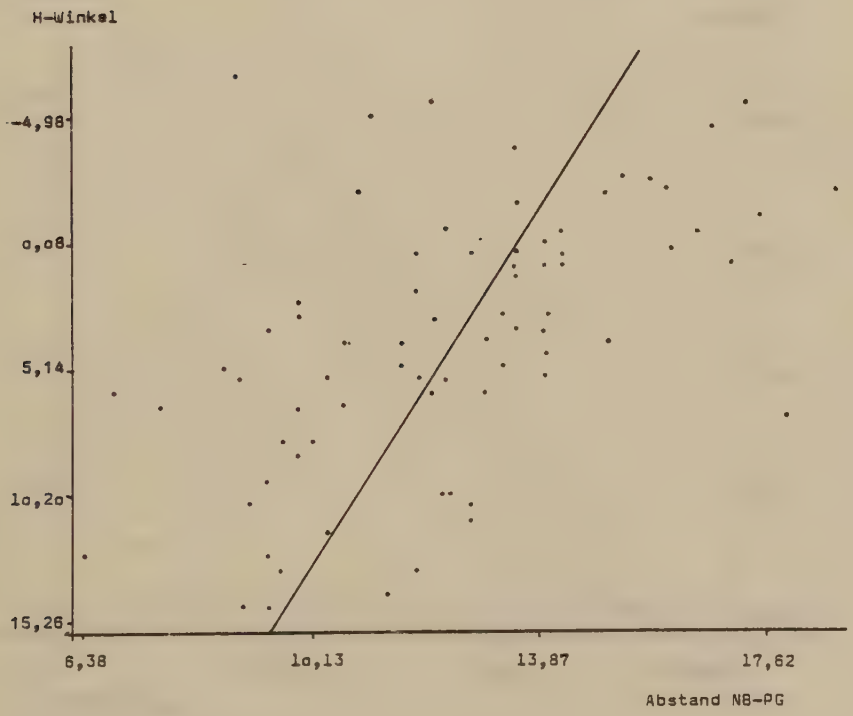


4.12 Korrelation des H-Winkels zum Abstand des Weichteilpogonions von der Linie NB

Eine signifikante gegenläufige Korrelation zwischen dem Weichteilpogonion und der Linie NB, einem Schenkel des H-Winkels, besteht in der ersten und dritten Gruppe und bei der Untersuchung der Werte ohne eine Gruppeneinteilung.

Gruppe	I	II	III
R	-0,51	-0,35	-0,43
P	0,91	14,19	1,63

R_G = -0,54 P_G = 0,00

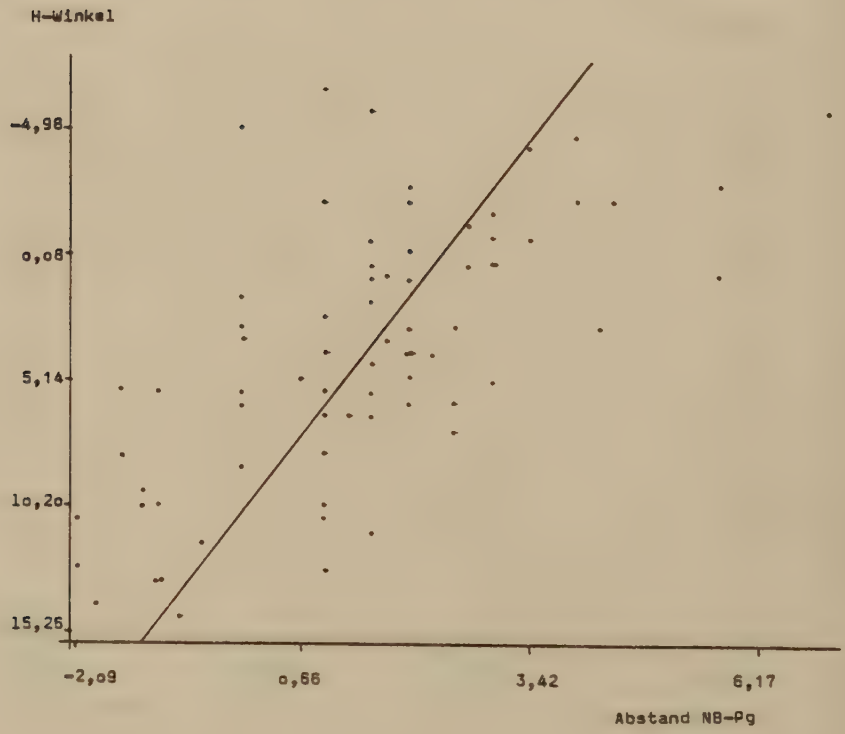


4.13 Korrelation des H-Winkels zum Abstand des Punktes Pg von der Linie NB

Die Entfernung des knöchernen Pogonions von der Linie NB korreliert gegenläufig signifikant in allen Gruppen mit dem Holdaway-Winkel

Gruppe	I	II	III
R	-0,69	-0,59	-0,62
P	0,02	0,85	0,03

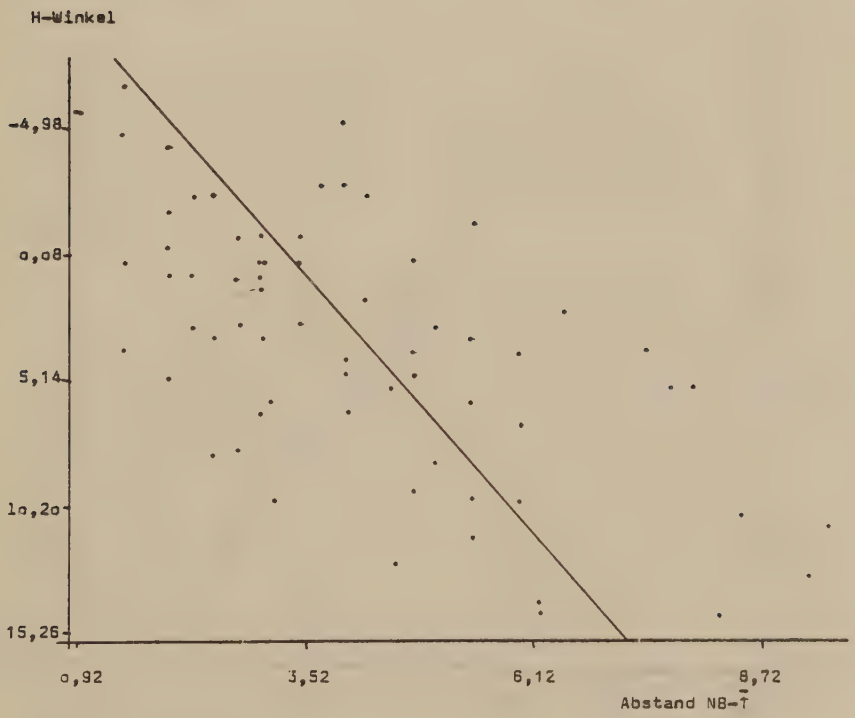
R_G = -0,67 P_G = 0,0



4.14 Korrelation des H-Winkels zum Abstand des unteren ersten Incisivus von der Linie NB

Es zeigt sich beim Vergleich der Wertepaare in allen Gruppen eine starke signifikante Korrelation

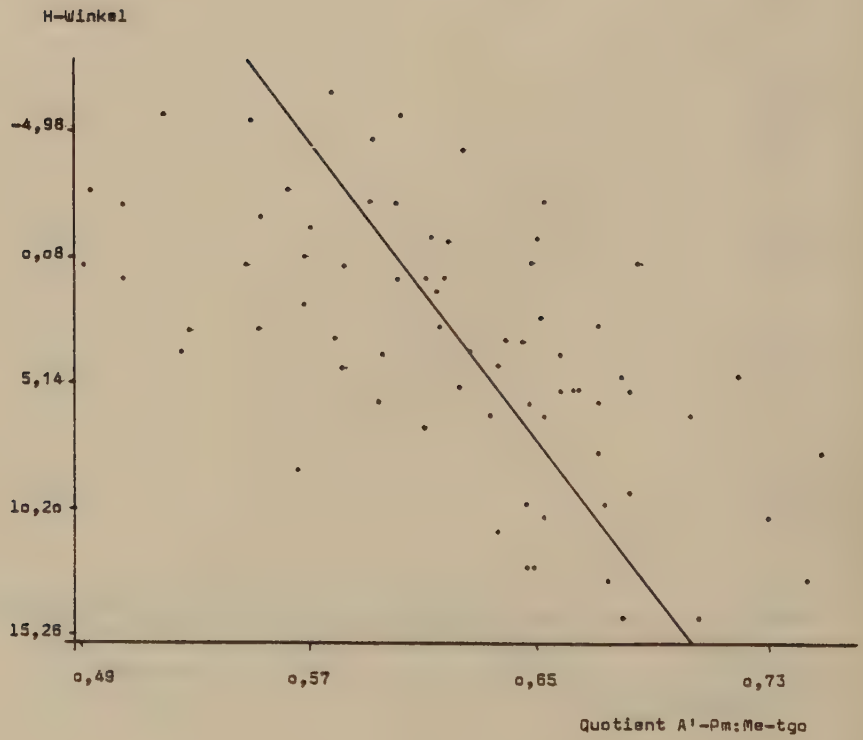
Gruppe	I	II	III
R	0,80	0,88	0,63
P	0,01	0,00	0,01
R_G =	0,65	P_G =	0,0



4.15 Korrelation des H-Winkels zum Quotienten aus dem Verhältnis von Oberkiefer- zu Unterkieferbasis

In allen Gruppen besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen den verglichenen Werten.

Gruppe	I	II	III
R	0,52	0,55	0,49
P	0,74	1,41	0,55
R_G =	0,60	P_G =	0,00

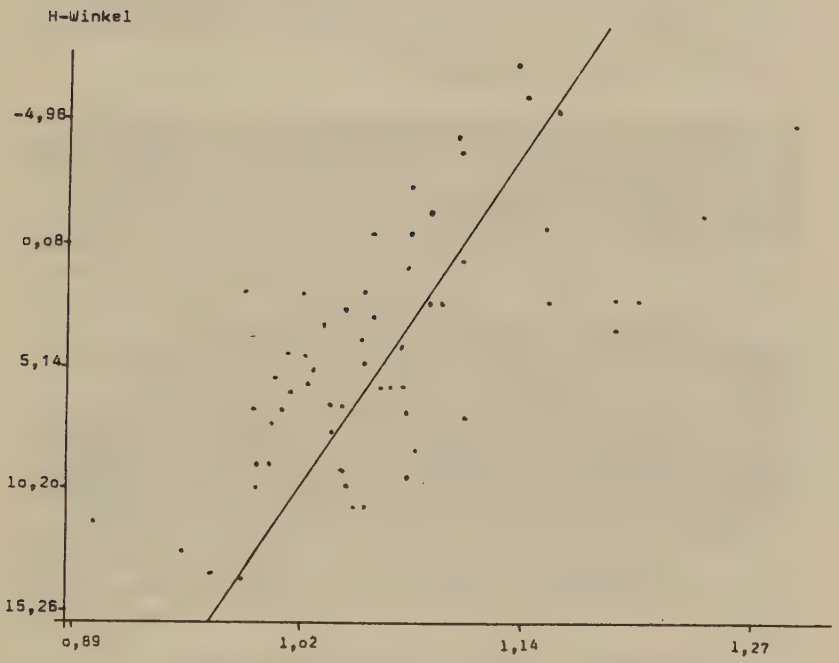


4.16 Korrelation des H-Winkels zum Quotienten aus dem Verhältnis von Unterkieferbasis zur Oberkieferdiagonalen

Zwischen diesem Quotienten und dem Holdaway-Winkel existiert in allen Gruppen eine signifikante gegenläufige Beziehung

Gruppe	I	II	III
R	-0,51	-0,67	-0,53
P	0,92	0,17	0,24

R_G = -0,63 P_G = 0,0



IV Diskussion

Bisher erfolgte die Beschreibung des Untersuchungsverfahrens und der erhaltenen Meßwerte. Im Rahmen der Diskussion interessiert nun eine Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich der wachstumsbedingten Veränderungen sowie der Unterschiede zur Norm, die im Wesen der vorliegenden Anomalie begründet liegen.
Dazu werden neben den in der Literatur gebräuchlichen Werten bevorzugt die Ergebnisse von E. LICARTSIS (16) verwendet, der eine Paralleluntersuchung an Patienten mit Normalokklusion durchgeführt hat.

1. Diskussion der Hartgewebsmessungen

Die wichtigste sagittale Einteilung des Gesichtstyps basiert auf der sagittalen Relation von Maxilla und Mandibula zur vorderen Schädelbasis NS.
Als Grundlage dafür dient für die Maxilla der SNA-Winkel und für die Mandibula der SNB-Winkel.

Der SNA-Winkel als Ausdruck für die Position des A-Punktes in Relation zur vorderen Schädelbasis verzeichnet mit zunehmendem Alter eine leichte, jedoch nicht signifikante Zunahme von 78,53° auf 80,08°. Der Durchschnittswert von 78,41° liegt unter dem Normwert von 82° und dem Wert nach LICARTSIS (16) von 82,44°. Dies spricht für die sekundäre Wachstumshemmung des Oberkiefers bei der echten Progenie durch die fehlende Schubfunktion eines durch einen regelrechten Oberbiß umfassten Unterkiefers.

Die andererseits bestehende kontinuierliche Wachstumszunahme des Unterkiefers bedingt eine wachsende Diskrepanz zum Oberkiefer, so daß der SNB-Winkel größer als der SNA-Winkel wird und sein Durchschnittswert von 81,74° auch den Mittelwert von LICARTSIS (16) von 80,72° übersteigt.

Innerhalb der Altersgruppen zeigt sich eine signifikante Steigerung des Wertes von 78,61° in Gruppe I auf 81,85° in Gruppe II und auf 84,17° in der letzten Gruppe. HASUND (8) gibt nun für die sagittale Position der Maxilla und der Mandibula bestimmte Prognathiegrade an, jedoch gesteht er ihnen wegen der relativ großen Streuung keine absolute Bedeutung zu.

Ein weiterer Hinweis auf die basale Lage des Unterkiefers liefert der SNPg-Winkel, der den knöchernen Kinnvorsprung miteinbezieht. Er verzeichnet eine altersabhängige Zunahme von 78,85° in der ersten und 85,29° in der dritten Gruppe. Der Mittelwert von 82,44° deutet ebenfalls auf die progene Lage der Mandibula hin, welcher bei Normalokklusion 81° beträgt.

Den Vorschlag, die Differenz der Winkel SNA und SNB als den sog. ANB-Winkel zur Beurteilung der sagittalen Lagebeziehung der Kieferbasen zueinander heranzuziehen, stammt von R. RIEDEL (36). C. STEINER (36) legte als Norm für den Winkel 2° fest, welche nach seiner Ansicht eine neutrale Okklusion bedingen würde. HASUND (10) zieht dagegen die Grenzen etwas weiter und ordnet der neutral-basalen Kieferrelation Werte von 0° bis 4° zu. In unserer Untersuchung weisen die sich signifikant verkleinernden Werte von Gruppe I mit -0,09° bis Gruppe III mit -4,09° auf die mesial-basale Kieferrelation der untersuchten Anomalie hin. Der Mittelwert von -2,33° liegt deutlich unter dem Normwert von 1,72° nach LICARTSIS (16).
Gegen eine solche starre Einschätzung des ANB-Winkels sprechen sich PANAGIOTIDIS und WITT (21) aus und fordern eine individuelle Beurteilung des Winkels an Hand ihrer aufgestellten Regressionsgleichung: ANB = -35,16 + 0,4 (SNA) + 0,2 (Me-tgo-NS). Hierzu muß noch der Winkel zwischen Unterkieferbasis und vorderen Schädelbasis hinzugezogen werden. Er unterscheidet sich von den Normwerten nach LICARTSIS um über 4°. Der Mittelwert von 35,80° zeigt nach RAKOSKI (23) und HASUND (8) eine posteriore Neigung der Mandibula, welche ab der sonst üblichen Norm von 32° auftritt.

WITT (21) und sein Mitarbeiter relativieren den ANB-Winkel an Hand ihrer veröffentlichten Tabelle in Abhängigkeit von einem variablen Winkel SNA und einem festen Unterkieferbasiswinkel. In unserem Fall ergibt sich für den SNA-Winkel von 79° ein ANB-Wert von 2,9°. Die von 32° abweichende Unterkieferneigung wird pro Grad um den Faktor 0,2 berichtigt, wobei sich nun ein ANB-Winkel von 3,7° für eine neutrale Kieferrelation herausstellt. Unser Durchschnittswert von -2,33° unterscheidet sich klar von dem individualisierten ANB-Winkel und weist die mesial-basale Kieferrelation der echten Progenie noch deutlicher nach.

Der Winkel NSBa beschreibt die Relation des Clivus zur anterioren Schädelbasis. Der verringert sich bei älteren Patienten leicht, der Mittelwert von 130,42° liegt jedoch im Bereich der Norm von 13o°.

Die Form der Mandibula hinsichtlich des Verhältnisses von Kieferkörper und aufsteigendem Ast findet im Kieferwinkel ihren Ausdruck. Wie die Werte von LICARTSIS (16) zeigen, verkleinert sich der Winkel bei Patienten mit Normalokklusion mit zunehmendem Alter, so gibt er Werte in der ersten Gruppe von 125,27° und in der dritten von 124,28° an. Die Untersuchung von G. SCHMID (28) stellt sogar fest, daß sich der Kieferwinkel bei anatomisch korrekter Okklusion vom 6. Lebensjahr bis zum Erwachsenen um ca. 6° verkleinert.
D. DAUSCH-NEUMANN (7) erkannte jedoch die gegenläufige Tendenz bei Fällen mit unbehandelter Progenie. Dies bestätigt sich auch bei unserer Untersuchung, wobei der Kieferwinkel von der ersten bis zur dritten Gruppe von 130,38° auf 132,56° ansteigt. Der hier gefundene Mittelwert von 131,59° liegt deutlich über dem von LICARTSIS angegebenen Wert von 124,78° und spricht nach RAKOSI (23) für eine posteriore Rotationstendenz des Unterkiefers mit nach posterior gerichtetem Wachstum der Kondylen. Der stumpfere Kieferwinkel ist bei der vorliegenden Untersuchung mit einer vergrößerten unteren Gesichtshöhe kombiniert, welche eine signifikante altersabhängige Zunahme erfährt. In der ersten Gruppe liegt der Wert noch bei 56,43 mm, in der zweiten bei 64,71 mm und in der dritten dann bei 73,44 mm.

Der Unterschied zu den Werten von LICARTSIS (16) ergibt in der zweiten Gruppe mit 63,60 mm ein leichtes Oberwiegen der unteren Gesichtshöhe bei den Fällen mit echter Progenie und in der dritten Gruppe mit 69,45 mm sogar eine deutliche Zunahme des Wachstums des Untergesichts. Der Vergleich der Mittelwerte bringt das gleiche Resultat, während der Normwert bei 63,80 mm liegt, beträgt er bei der Progenie 65,56 mm.

Die obere Gesichtshöhe differiert kaum von den Normwerten, der Gesamtwert der Progeniepatienten beläuft sich auf 50,23 mm, bei Normalokklusion auf 50,84 mm. Der prozentuale Wert der oberen zur unteren Gesichtshöhe verkleinert sich durch das gesteigerte Untergesichtwachstum deshalb von der ersten Gruppe mit 80,04% auf 75,49% in der dritten Gruppe, der Mittelwert von 77,26% liegt unter dem Normwert von 80,81%.

Durch eine Addition der oberen und unteren Gesichtshöhe erhält man den Betrag der vorderen Gesichtshöhe. Mit zunehmendem Alter wächst ihr Wert von 101,45 mm in Gruppe I auf 128,74 mm in Gruppe III signifikant an und übersteigt in der obersten Gruppe den Vergleichswert von LICARTSIS um 4,83 mm.

Die hintere Gesichtshöhe liegt beim Vergleich zu den Normwerten deutlich in allen drei Gruppen zurück. Ihr Betrag steigt jedoch mit wachsendem Alter signifikant an und aus dem prozentualen Verhältnis von vorderer zu hinterer Gesichtshöhe läßt sich sogar ein stärkeres Anwachsen der hinteren Strecke ersehen, da die Prozentwerte der ersten Gruppe von 160,81% auf 156,29% in der dritten Gruppe absinken. Der Gesamtwert von 158,43% liegt über dem Normwert von 149,03%.

Zur Beurteilung der Gesichtshöhe ist auch die Y-Achse, dem Winkel zwischen NS und S-Gn, von Interesse. In unserer Auswertung entspricht der Gesamtwert von 66,37° zwar dem Durchschnittswert von LICARTSIS (16) mit 66,43°, jedoch zeigt sich beim Vergleich der Altersgruppen eine gewisse Wachstumstendenz. Bei den Progeniefällen sanken die Werte mit zunehmendem Alter von 67,36° in der ersten auf 65,85° in der dritten Gruppe, die Untersuchung von Patienten mit Normalokklusion ergab dagegen keine nennenswerte Änderung des Wertes. Nach HASUND und Mitarbeiter (20) besteht eine starke Korrelation zwischen dem Prognathiegrad der Mandibula und der Y-Achse, so daß der sich im Alter verkleinernde Wert auf ein nach vorne gerichtetes Wachstum des Kinns hinweist.

Laut BJÖRK (zt. n. DAUSCH-NEUMANN (7))" hängt der Unterschied an Prognathie zwischen den beiden Kiefern teils von der Größe der Kiefer ab, aber auch von den Variationen in der Form und in der Länge der Schädelbasis, durch welche die beiden Kiefer vereinigt sind." Das Größenverhältnis zwischen Oberkiefer und Unterkiefer zur Schädelbasis und zur Oberkieferdiagonalen ist deshalb von besonderer Bedeutung und soll als nächstes untersucht werden.

Die Länge der vorderen Schädelbasis wächst altersabhängig signifikant von der Gruppe I mit 63,55 mm auf 71,10 mm in der Gruppe III an. In allen drei Gruppen liegen die Werte von LICARTSIS (16) darüber, sein Durchschnittswert von 69,38 mm übersteigt den der Progenie mit 67,53 mm.

Die Oberkieferbasis nimmt zwar mit wachsendem Alter von 40,55 mm in der ersten auf 45,61 mm in der dritten Gruppe signifikant zu, erreicht jedoch nicht die Vergleichswerte bei Normalokklusion mit 43,89 mm in Gruppe I und 49,06 mm in Gruppe III.

Ebenfalls zeigt sich ein deutlicher Unterschied bei dem Vergleich der Oberkieferdiagonalen. Während die Gruppenergebnisse bei der Progenie mit zunehmendem Alter von 69,68 mm in der ersten bis 81,58 mm in der dritten Gruppe signifikant ansteigen, werden sie von den Normwerten in allen Gruppen übertroffen. Der Mittelwert von 76,17 mm bei der vorliegenden Anomalie liegt somit unter dem Vergleichswert von LICARTSIS (16) mit 80,55 mm.

Ein anderes Bild ergibt sich bei dem Längenvergleich der Unterkieferbasis. In der Gruppe der Kinder übersteigt der Wert bei Normalokklusion nach LICARTSIS (16) mit 65,91 mm den der Progenie um 5,68 mm, während dann in der zweiten Gruppe nur noch eine Differenz von 0,24 mm auftritt. Durch das weitere signifikante Anwachsen der Unterkieferbasislänge übertrifft der Wert der Progenie mit 78,28 mm dann den Vergleichswert von 77,56 mm in der dritten Gruppe. Es wäre interessant, noch einen Vergleich mit anderen Werten der Literatur durchzuführen, jedoch ergab die Weiterentwicklung der Fernröntgenanalyse eine Lageänderung verschiedener Referenzpunkte, so daß die Aussagekraft beeinträchtigt wäre.

Gegenüber der Schädelbasis, der Oberkieferbasis und der Oberkieferdiagonalen, welche altersabhängig signifikant zunehmen, wird die übersteigerte Längenzunahme des horizontalen Unterkieferastes in einem prozentualen Vergleich der Werte deutlich.

Beim Verhältnis von Schädelbasis zu Unterkieferbasis übersteigt die Strecke NS den horizontalen Unterkieferast in der ersten Gruppe noch geringfügig, wird aber dann in der zweiten und dritten Gruppe von der Unterkieferbasis überholt. Die prozentualen Werte verkleinern sich signifikant in den drei Gruppen von 105,75% auf 95,66% und schließlich auf 91,03%. Zum Vergleich die Normwerte von LICARTSIS (16) : Gruppe I mit 94,38%, Gruppe II mit 97,20% und Gruppe III mit 94,36%.

Die überproportionale Zunahme der Unterkieferbasis gegenüber der Oberkieferbasis wird aus der Relation von (A'PM : Metgo) x 100 deutlich. Der Prozentwert verringert sich signifikant von der ersten Gruppe mit 67,43% bis zu der dritten Gruppe mit 58,40%. Die Vergleichswerte bei Normalokklusion verringern sich in geringerem Maße von 66,59% in der ersten auf 63,25% in der dritten Gruppe und sprechen für eine wachsende Diskrepanz zwischen den beiden Kiefern bei der Progenie.

Aus dem prozentualen Verhältnis der Unterkieferbasis zur Oberkieferdiagonalen läßt sich bei der echten Progenie das gesteigerte Längenwachstum des Unterkiefers gegenüber der Oberkieferdiagonalen ersehen, da ab der ersten Gruppe mit 86,34% ein signifikantes Ansteigen des Wertes in der zweiten Gruppe mit 92,30% und in der dritten mit 95,70% auftritt. Bei den Vergleichswerten von LICARTSIS (16) zeigt sich diese Tendenz nicht, dort liegt der Prozentwert der ersten Gruppe bei 85,11%, der zweiten bei 91,99% und der dritten bei 88,58%.

Nach DAUSCH-NEUMANN (2) soll die Unterkieferbasis 89% der Länge der Oberkieferdiagonalen betragen. Sobald die Streckenwerte gleich sind oder der Unterkiefer größer als die Oberkieferdiagonale ist, muß dies als sicheres Zeichen einer Progenie gewertet werden. In dieser Untersuchung nähern sich die Werte der Unterkieferbasis an die der Oberkieferdiagonalen mit zunehmendem Alter bei echter Progenie an.

Die Relation von Schädelbasis zu Oberkieferbasis liefert dagegen keinen Hinweis auf ein unterschiedliches Wachstumsverhalten der beiden Bezugsstrecken. Die Schädelbasis übertrifft die Oberkieferbasis in allen drei Gruppen, die Prozentwerte bei den progenen Patienten liegen in der Gruppe I bei 157,00%, in der Gruppe II bei 155,65% und in der Gruppe III bei 156,65%.

Die Schädelbasis, die Ober- und Unterkieferbasis sind in bestimmten Winkeln zueinander angeordnet, wobei der Winkel zwischen vorderer Schädelbasis und Unterkieferbasis bereits oben erwähnt wurde.

Er verkleinert sich im Laufe des Wachstumsgeschehens leicht von 36,06° in der ersten auf 35,53° in der dritten Gruppe.
Auch der Mittelwert von 35,80° unterscheidet sich deutlich von dem Normwert mit 32°, was nach HASUND (9) und RAKOSI (23) auf eine Tendenz zur posterioren Rotation der Mandibula hindeutet.

Den Neigungsgrad der Oberkieferbasis zur vorderen Schädelbasis erhält man durch den Winkel NS-A'Pm. Mit wachsendem Alter nimmt er größere Werte an, welche jedoch keine signifikanten Unterschiede zeigen. Von 7,03° in der ersten Gruppe steigt der Winkel auf 8,60° in der dritten. Sein Mittelwert von 7,94° entspricht ungefähr dem angegebenen Wert von LICARTSIS (16) mit 8,04° und erlaubt keine Aussage auf eine abweichende Inklination der Oberkieferebene.
Der Winkel zwischen der Unterkiefer- und Oberkieferbasis nimmt von der Gruppe der Kinder mit 29,05° bis zur Gruppe der Erwachsenen mit 26,90° um über 2° ab, dies liegt nach SCHMID (28) an einer stärkeren Eruption der Molaren im Gegensatz zu den Frontzähnen.
Der Mittelwert von 27,84° liegt deutlich über der Norm von HASUND (8) mit 21° und spricht erneut für die Tendenz zur posterioren Rotation der Mandibula bei der vorliegenden Anomalie.

Die Prominenz des knöchernen Kinns in Relation zur Mandibularebene wird durch den Norderval-Winkel erfaßt. Er verkleinert sich signifikant von Gruppe I mit 62,02° auf 50,69° in Gruppe III.
Die Normwerte von LICARTSIS (16) liegen in allen drei Gruppen über diesen Werten, sein Durchschnittswert von 61,12° übersteigt so den Mittelwert bei der Progenie mit 55,53° deutlich. Die mit zunehmendem Alter geringeren Werte sind ein Zeichen für eine wachsende Kinnprominenz.

Die Größe des Kinns wird bei der Beurteilung der Schneidezahnstellung mit in Betracht gezogen. Neben der von NORDERVAL (8) gefundenen rechnerischen Beziehung zwischen der Stellung des unteren Incisivus, dem ANB-Winkel, dem Winkel zwischen Oberkiefer- und Unterkieferbasis und dem Norderval-Winkel, gibt es die Möglichkeit, über zwei lineare Messungen den Protrusionsgrad des unteren Schneidezahnes mit der Kinnprominenz in Beziehung zu bringen. Ausgehend von der Linie NB wird zuerst der Abstand des am weitesten anterior gelegenen Punktes des ersten unteren Incisivus ermittelt. Er schwankt um den Mittelwert von 4,08 mm und liegt geringfügig über dem Vergleichswert von 3,47 mm.
Das knöcherne Pogonion entfernt sich mit wachsendem Alter von der Linie NB von 0,36 mm in der ersten auf 2,30 mm in der dritten Gruppe, wobei sich ein signifikanter Unterschied zwischen der ersten und dritten Gruppe ergibt. Die auf den ersten Blick überraschend kleinen Werte in der ersten Gruppe liegen an der ausgeprägten anterioren Lage des B-Punktes nach DOWNS gegenüber dem Nasion, wodurch sich die Verbindungslinie NB in manchen Fällen sogar vor dem Pogonion befindet und den Gesamtwert der Gruppe stark beeinflußt. Durch den weiter posterior gelegenen B-Punkt bei den Patienten mit Normalokklusion finden wir bei den Vergleichswerten einen erhöhten Pogonionabstand. Der Mittelwert von 2,39 mm liegt somit über unserem Durchschnittswert von 1,41 mm.

Setzt man nun den Abstand des unteren Incisivus zum Pogonionabstand in Relation, erhält man die Holdaway-Differenz. Sie nimmt altersabhängig stark ab, in der ersten Gruppe beträgt ihr Wert noch 9,75, in der zweiten 3,25 und in der dritten 1,84. Durch die stärkere anteriore Lage des Pogonions in den höheren Gruppen gleicht sich das Verhältnis dem Normwert von 1,0 zwar nicht an, eine Relation der beiden Abstände von 2 : 1 gilt jedoch noch als annehmbar. Die unteren Schneidezähne stehen folglich in jüngeren Jahren im Verhältnis zum Pogonion ausgeprägter nach vorn als in der Gruppe der Erwachsenen.

Der Abstand des am weitesten anterior gelegenen Punktes des ersten oberen Incisivus von der Linie zwischen Nasion und A-Punkt nach DOWNS erhöht sich von der ersten Gruppe mit 3,25 auf 6,33 in der dritten Gruppe. Das signifikante Ansteigen liegt an der relativen Rücklage des A-Punktes mit zunehmendem Alter, aber auch an funktionellen Anpassungserscheinungen an den umgekehrten Schneidezahnüberbiß.

Der Mittelwert übersteigt um 0,74 mm den Vergleichswert von LICARTSIS (16).

Neben den linearen Messungen interessieren noch die Neigungen der Schneidezahnachsen gegeneinander und gegen die bereits erwähnten Bezugslinien.
Die Stellung des oberen Incisivus zur Linie NA ändert sich von der Gruppe I mit 21,58° auf 25,08° in der Gruppe II; zur dritten Gruppe mit 25,75° ist kein wesentlicher Unterschied zu erkennen. Der Mittelwert von 24,51° deutet auf eine leicht protrudierte Stellung hin, da der Normwert bei 22° liegt.

Der Winkel zwischen der Achse des unteren Incisivus und der Linie NB verringert sich signifikant in allen drei Gruppen von 22,47° in der ersten auf 16,61° in der dritten Gruppe. Der Mittelwert von 19,27° liegt weiter unter dem von HASUND (8) angegebenen Durchschnittswert von 25°. Die Natur versucht, wie die Winkelmessungen ergaben, den umgekehrten Schneidezahnüberbiß durch eine gewisse Protrusion der oberen und eine Retrusion der unteren Schneidezähne zu kompensieren.
HASUND (8) spricht hierbei von einer "naturnahen Stellung der Incisivi". (Zit. n. DAUSCH-NEUMANN (7)).

Die Stellung der Schneidezahnachsen zueinander verändert sich mit zunehmendem Alter. Der Interincisalwinkel vergrößert sich von Gruppe I mit 136,94° auf 141,56° in Gruppe III und der Durchschnittswert von 139,14° liegt über der Norm von 130° nach HASUND (8) und dem angegebenen Wert von 135° nach RAKOSI (23). HASUND (8) erwartet bei einer nach vorne entwickelten Mandibula eine Reduktion des Winkels.

In unserem Fall stellt sie sich wegen einer retrudierten Stellung der Unterkieferfront nicht ein. Nach DAUSCH-NEUMANN (7) ist bereits im Milchgebiß eine Vergrößerung des Interincisalwinkels festzustellen, welche auf eine Steilstellung der Milchzähne zurückzuführen ist. Die Steilstellung der Schneidezahnkeime ist neben den sagittalen Wachstumsdifferenzen ein wichtiges Merkmal der Progenie. Nach dem vollzogenen Schneidezahnwechsel liegt jedoch der erste Gruppenwert von 136,94° nicht viel über dem Mittelwert von RAKOSI (23); erst im Zuge der Entwicklung wird eine deutlichere Zunahme des Winkels mit 141,56° in der Erwachsenengruppe ersichtlich.

Zuletzt wäre noch der Winkel zwischen Nasion, A-Punkt und Pogonion zu nennen; er beschreibt die skelettale Konvexität des Gesichtsschädels und nimmt signifikant von 181,19° in der ersten auf 190,65° in der dritten Gruppe zu. Die Konvexität verringert sich dadurch mit zunehmendem Alter. Bei Fällen mit Normalokklusion zeigt sich dagegen eine Abnahme dieses Winkels, so daß die skelettale Konvexität stärker wird. Der Unterschied wird auch beim Vergleich der Mittelwerte ersichtlich, während er bei Normalokklusion 180,34° beträgt, erreicht er bei Progeniefällen 185,47°.

Interessant dazu ist der Vergleich der Entwicklung der Weichtelkonvexität, der im folgenden Teil der Diskussion besprochen wird.

2. Diskussion der Weichgewebsmessungen

Der Winkel zwischen Weichteilnasion, Subspinalpunkt und Weichteilpogonion drückt analog zur oben genannten skelettalen Konvexität die Weichteilkonvexität ohne Berücksichtigung der Nase aus. Alle drei Altersgruppen weisen auch hier einen sich signifikant vergrößernden Winkel auf, der vor der ersten Gruppe mit 171,25° bis zur dritten mit 179,21° anwächst, d.h. die Weichteilkonvexität nimmt ebenfalls altersabhängig ab. Die parallel durchgeführte Untersuchung von LICARTSIS (16) ergibt bei der Normalokklusion die gleiche Tendenz, wenn sie auch durch das fehlende übersteigerte Unterkieferwachstum nur in geringerem Maße auftritt. Der Progeniemittelwert übersteigt den Normwert um 7,34°.

Berücksichtigt man dagegen die Nase bei der Untersuchung der Weichtelkonvexität, so wird ersichtlich, daß das sagittale Wachstum der Nase der Vorverlagerung der Mandibula bei der Progenie standhält und der Winkel in allen Altersgruppen nahezu konstant bleibt. Der Durchschnittswert von 140,67° übertrifft durch das weiter anterior gelegene Weichteilpogonion den Normwert von 137,60°. Das Weichteilprofil bei Normalokklusion wird durch den Einfluß der Nase konvexer, da hier das sagittale Wachstumsmuster der Mandibula weniger ausgeprägt ist.

Der mit dem Alter ansteigende Wert des Winkels zwischen Sellapunkt, Weichteilnasion und -pogonion ist ebenfalls durch das Unterkieferwachstum nach anterior zu erklären. Erwartungsgemäß liegt der Durchschnittswert unserer Untersuchung mit 84,30° über dem Normwert von 83,83°.

Das sagittale Wachstumsverhalten der Nase wird zusätzlich von dem Winkel zwischen Sellapunkt, Weichteilnasion und Nasenspitze berücksichtigt. Die Werte in der Gruppe der Jugendlichen mit 108,31° und in der der Erwachsenen mit 109,93° unterscheiden sich signifikant von der Gruppe der Kinder mit 104,40°. Der Durchschnittswert von 107,72° erreicht nicht ganz den der Normalokklusion mit 110,24°.

Die Neigung der Holdaway-Linie zu der knöchernen Referenzlinie zwischen Nasion und Pogonion verringert sich gegenüber der Gruppe I mit 7,31° signifikant in Gruppe II mit 4,71° und in Gruppe III mit 3,19°. Die Werte unterscheiden sich nicht wesentlich von denen der Normalokklusion.

Setzt man den eben genannten Winkel in Relation zum ANB-Winkel, so nähern sich die in Gruppe I noch sehr kleinen negativen ANB-Werte in ihrem Betrag an die Werte des Winkels NPg-PGLS an. Durchschnittlich ergibt sich zu dem ANB-Winkel ein Verhältnis von 2,12 : 1, wobei nach der zu Beginn genannten Definition die ANB-Werte ein negatives Vorzeichen annehmen.

Der Abstand der Holdaway-Linie zum Zentrum der knöchernen Krypte der Sella turcica nimmt mit zunehmendem Alter zu. Die Werte bei der Progenie liegen unter den Vergleichswerten von LICARTSIS (16). Das Weichteilnasion befindet sich bei unserer Untersuchung ebenfalls in einer geringeren Entfernung zur H-Linie als bei der Normalokklusion. Die Abstände verkleinern sich jedoch mit wachsendem Alter, da sich das Weichteilnasion durch die signifikante Steigerung der Strecke NS nach anterior verlagert.

Die Nasenspitze entfernt sich von der ersten bis zur dritten Gruppe signifikant sowohl von der H-Linie, der NPg-Linie als auch der NB-Linie. Gegenüber der Holdaway-Linie liegen die Meßwerte bei Progeniepatienten mit einem Durchschnitt von 11,76 mm über den Werten bei Normalokklusion mit einem Mittelwert von 7,58 mm. Dagegen ist ihr Abstand zur Linie NPg und NB mit durchschnittlich 27,81 mm und 28,41 mm kleiner als der Normwert von 31,39 mm und 32,20 mm.

Die Entfernung des Subspinalpunktes von der H-Linie ändert sich innerhalb der Gruppen sowohl bei Progenie als auch bei Normalokklusion nicht wesentlich. Die Progeniewerte mit einem mittleren Betrag von 3,56 mm werden von dem Vergleichswert von LICARTSIS mit 5,11 mm übertroffen. Gegenüber der Linie NB ergibt die Untersuchung bei der Progenie erneut keine altersbezügliche Veränderung, während sich bei der Normalokklusion eine Vergrößerung des Abstandes einstellt. Klarer wird das Bild bei einem Vergleich der Entfernungen zur Linie NPg. Die Gruppenwerte unserer Untersuchung nehmen altersabhängig ab, wogegen die Normwerte zunehmen. Die unterschiedliche Entwicklungstendenz liegt an der bei progenen Patienten stärkeren Vorverlagerung des Unterkiefers und damit auch der Linien NB und NPg.

Die Unterlippenkante schiebt sich aus diesem Grunde bei unserer Analyse gegenüber der H-Linie stark nach anterior und überragt sie in der ersten Gruppe um 1,44 mm, in der zweiten um 2,00 mm und in der dritten um 2,57 mm. Bei der Normalokklusion kommt die Kante nur in der ersten Gruppe mit 0,20 mm vor der Holdaway-Linie zu liegen, während sie sich dann in der zweiten Gruppe mit 0,20 mm und in der dritten um 0,38 mm hinter ihr befindet.

Die Entfernung des Submentalpunktes zur H-Linie vermindert sich bei den Fällen mit Progenie von 3,09 mm in der ersten auf 2,01 mm in der dritten Gruppe.

Der Durchschnittswert von 2,52 mm wird von dem der Normokklusion mit 5,18 mm überschritten. Gegenüber der Linie NPg treten keine altersabhängigen Veränderungen auf. Der Mittelwert von 9,68 mm entspricht dem Normwert von LICARTSIS (16). Die Abstände des Submentalpunktes zur Linie NB nehmen bei beiden Untersuchungen mit wachsendem Alter zu. Der Progeniemittelwert von 10,94 mm erreicht nicht ganz den Normwert von 11,56 mm.

Während bei der Normalokkluision sich der Abstand des Weichteilpogonions von der Linie NPg vergrößert, tritt bei der Progenie keine deutliche Änderung mit wachsendem Alter auf. Der Progeniemittelwert mit 11,24 mm liegt gering unter dem Normwert von 12,34 mm. Eine Zunahme der Entfernung des Punktes vor der Linie NB ist bei unserer Auswertung nur zwischen der ersten Gruppe gegenüber den anderen beiden Gruppenwerte festzustellen, wogegen sich in den Werten von LICARTSIS (16) ein Ansteigen der Abstände in allen drei Gruppen abzeichnet.

Es gilt noch festzustellen, daß hier nicht die effektive Weichteildicke gemessen wurde, sondern die Entfernung bestimmter Weichteilpunkte zu den an Knochenpunkten orientierten Linien NB und NPg sowie zur Holdaway-Linie, die von der Oberlippenkante und dem Weichteilpogonion festgelegt wird.

Aus den Weichteilmessungen zu den Linien NB und NPg und den sich vergrößernden Winkeln SNB und SNPg geht eine Schwenkung der beiden Linien nach anterior hervor. Bei der Interpretation der Entfernungsmessungen zur Holdaway-Linie ergibt sich dagegen ein anderes Bild. Mit zunehmendem Alter vergrößern sich die Abstände zu den Punkten, die vor der H-Linie liegen und verkleinern sich die Entfernungen zu den Weichteilpunkten, welche hinter der Linie angeordnet sind. Dies spricht somit für eine nach posterior gerichtete Schwenkung der Holdaway-Linie.

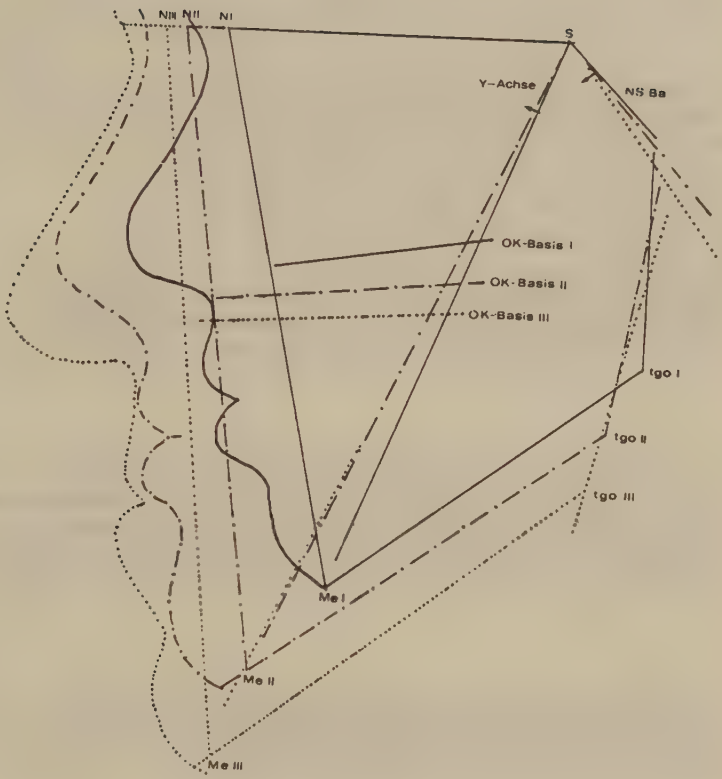


Abb. Nr. 3 Veranschaulichung der Wachstumstendenzen bei Patienten mit echter Progenie

Von jeder Altersgruppe wurde ein Fall ausgewählt, dessen Werte sich weitgehend mit dem Gruppendurchschnitt decken:

Patient I: ———— 9 Jahre

Patient II: —.—.— 11 Jahre

Patient III: ..... 20 Jahre

3. Diskussion des Holdaway-Winkels

Die Messung des Winkels zwischen der Holdaway-Linie und der Linie NB stellt den Versuch dar, die bedeckenden Weichteile zum Hartgewebsprofil in Beziehung zu bringen.
HASUND, WISTH und BØE (9) weisen darauf hin, daß bei unterschiedlichen Gesichtstypen unterschiedliche H-Winkel festzustellen sind. Sie führen deshalb eine "fließende Norm" in Abhängigkeit vom Wert des ANB-Winkels ein. Bei einem ANB-Winkel von 1° - 3° soll der H-Winkel 7° - 9° betragen, bei einem ANB-Winkel, der größer als 3° oder kleiner als 1° ist wird dieser Betrag zum H-Winkel addiert oder subtrahiert. Nach HAMBLETON (Zit. n. DAUSCH-NEUMANN (4)) stellt diese Methode eine der praktikabelsten Weichteilanalysen dar.

Die Werte in unserer Untersuchung nehmen mit wachsendem Alter signifikant ab. In der ersten Gruppe beträgt der Winkel 7,02°, in der zweiten 4,05° und in der dritten 2,04°. Die Vergleichswerte von LICARTSIS (16) liegen in allen Gruppen darüber und verkleinern sich ebenfalls. In Gruppe I gibt er 10,72° an, in Gruppe II 9,41° und in Gruppe III 6,45°. Sein Durchschnittswert von 8,86° übersteigt unseren Mittelwert von 4,19°.

Errechnet man nun nach der von HASUND, WISTH und BØE (9) angegebenen Regel die für den jeweiligen Gruppenwert fließende Norm, so liegt in der ersten Gruppe mit einem ANB-Winkel von -0,09° die Norm bei 5,91° unter unserem Gruppenwert von 7,02°.

In der zweiten Gruppe ergibt sich bei einem ANB-Winkel von -2,39° eine fließende Norm von 3,61°, die sich bereits in der Nähe unseres Wertes von 4,05° befindet. In der letzten Gruppe mit einem ANB-Winkel von -4,09° liegt die Norm bei 1,91° und entspricht ungefähr unserem Gruppenwert von 2,01°. Die von HASUND, WISTH und BÖE (9) angegebenen Normen beruhen darauf, daß sich einer Änderung des ANB-Winkels um 1° ebenfalls eine Änderung des H-Winkels um 1° zuordnet. Zur Belegung dieser Standardwerte ist noch keine Untersuchung durchgeführt worden.

RAKOSI (23) sieht neben diesen Normwerten die Bedingung für ein ideales Profil in einer Anlagerung der Unterlippenkante an die Holdaway-Linie. In unserer Untersuchung liegt sie jedoch mit zunehmendem Alter in einer immer stärker vorgerückten Position, so daß sich das Profil des progenen Patienten damit verschlechtert.

Um festzustellen, ob neben der genannten Beziehung des Holdaway-Winkels zu dem ANB-Winkel noch andere Korrelationen existieren, wurden die Werte des H-Winkels zu den übrigen Meßergebnissen in Relation gesetzt. Zuerst werden die signifikanten gleichsinnigen Korrelationen beschrieben.

Der bereits angeführte ANB-Winkel weist mit einem durchschnittlichen Korrelationskoeffizienten von 0,75 bei allen Wertepaaren einen Zusammenhang auf.

Eine noch stärkere Korrelation mit einem Koeffizienten von 0,99 findet sich bei dem Tübinger Winkel, da er einen Schenkel des Winkels mit dem Holdawaywinkel gemeinsam hat und der andere sich sowohl in seinem Betrag als auch in der Wachstumstendenz nicht wesentlich von dem zweiten Schenkel des H-Winkels unterscheidet.

Zwischen dem H-Winkel und dem Neigungswinkel des unteren Schneidezahnes zur Linie NB besteht mit einem Koeffizienten von 0,74 eine signifikante Beziehung. Das Lippenprofil wird von der Stellung der Schneidezähne beeinflußt und erklärt die aufgetretene Korrelation. Ebenfalls hat somit der Abstand des unteren Incisivus von der Linie NB einen signifikanten Zusammenhang mit dem Wert des H-Winkels, der Koeffizient liegt hier bei 0,65.

Durch das gesteigerte Wachstum der Unterkieferbasis nimmt der Quotient der Oberkieferbasis zur Unterkieferbasis ab und der Quotient der Unterkieferbasis zur Oberkieferdiagonalen zu. Die Korrelations-Koeffizienten betragen beim ersten Quotienten 0,60 und beim zweiten -0,63. Der positive Koeffizient zeigt eine signifikante gleichsinnige, der negative eine signifikante gegenläufige Korrelation zum Holdaway-Winkel.

Eine schwächere Korrelation existiert noch bei der Y-Achse und dem Winkel zwischen Schädelbasis und Unterkieferbasis. In der ersten und zweiten Gruppe besteht ein signifikanter Zusammenhang zum H-Winkel, in der Erwachsenengruppe ist er nicht nachzuweisen.

Der Holdaway-Winkel ist mit bestimmten Werten auch gegenläufig korreliert, d.h. der absinkende Wert des H-Winkels ist mit zunehmenden Beträgen des verglichenen Wertes verbunden. In schwächerem Maße gilt dies für den Winkel zwischen Sella, Nasion und Pogonion, der in der ersten und zweiten Altersgruppe eine signifikante gegenläufige Korrelation aufweist. Der Koeffizient für alle drei Gruppen liegt bei -0,43.

Dagegen existiert zu dem Winkel zwischen Nasion, A-Punkt und Pogonion in allen Gruppen eine signifikante gegenläufige Korrelation und der Koeffizient ist mit -0,77 entsprechend höher. Dieser Winkel bezieht sich auf die abnehmende knöcherne Konvexität.

Die Weichteilkonvexität ohne Berücksichtiung der Nase verringert sich mit zunehmendem Alter ebenfalls, dies drückt sich in größer werdenden Winkelwerten aus. In allen Altersgruppen korreliert dieser Winkel signifikant gegenläufig mit dem H-Winkel. Sein Korrelationskoeffizient liegt mit -0,87 sehr hoch.

Wie wir oben schon erwähnt haben, bleibt die Gesamtkonvexität der Weichteile, d.h. mit Einschluß der Nase, im wesentlichen konstant. Deshalb ist ihr Koeffizient zum H-Winkel niederer angesiedelt. Er beträgt -0,53 und weist in allen Gruppen auf einen signifikanten gegensinnigen Zusammenhang hin.

Zwei lineare Messungen von der Linie NB aus ergeben signifikante gegenläufige Beziehungen. Zum einen ist dies die Entfernung zum Weichteilpogonion mit dem Korrelationskoeffizienten von -0,54 und zum anderen der Abstand zum knöchernen Pogonion mit dem Koeffizienten von -0,67. Dies, wie auch die gegenläufige Korrelation zu dem Winkel SNPg, zeigt, daß die Vorverlagerung des Pogonions und des Weichteilpogonions mit einer Abnahme des Holdaway-Winkels einhergeht.

Zu bemerken ist noch, daß bei unserer Untersuchung besonderer Wert auf unbehandelte Fälle gelegt wurde, da eine bereits bebegonne kieferorthopädische Therapie durch die Veränderung der Neigung und Stellung der Incisivi die Oberlippe und den H-Winkel stark beeinflussen kann. HASUND und Mitarbeiter (9) raten weiterhin die Normwerte des Winkels nur mit Vorsicht zu verwenden, da ein einzelner Wert die Komplexität der Gesichtsästhetik nicht umfassend ausdrücken kann. Es ist deshalb eine subjektive Beurteilung in Anlehnung an die kephalometrische Richtlinien nötig.

V Zusammenfassung

1. In der Untersuchung wurden 80 unbehandelte Patienten mit echter Progenie im Alter von 7 bis 33 Jahren ausgewertet und die statistischen Durchschnittswerte auf Wachstumsveränderungen und Unterschiede zu denen von anatomisch korrekter Okklusion geprüft.

2. Die Analyse hat bei der Progenie eine Oberentwicklung des Unterkiefers in Verbindung mit einer Unterentwicklung des Oberkiefers ergeben. Die Auswirkungen beschränken sich nicht nur auf die Okklusion, sondern auch auf die Veränderung der skelettalen und der Weichteilkonvexität.

3. Die Relation der Schädelbasis und der Oberkieferbasis zur Unterkieferbasis verkleinert sich, die Relation der Unterkieferbasis zur Oberkieferdiagonalen vergrößert sich signifikant durch das übersteigerte sagittale Unterkieferwachstum. Lediglich das Verhältnis von Schädel - zu Oberkieferbasis bleibt konstant.

4. Der Kieferwinkel, der Interincisalwinkel und der Grundebenenwinkel übersteigen bei der posterioren Rotation des Unterkiefers die Normwerte deutlich.

5. Der Holdaway-Winkel verkleinert sich mit zunehmendem Alter signifikant und liegt unter dem Wert bei Normalokklusion. Er zeigt eine starke gleichsinnige Korrelation zu dem ANB-Winkel, zur Neigung des unteren Incisivus gegenüber der Linie NB und zur Relation von Oberkieferbasis zur Unterkieferbasis. Eine ausgeprägte gegenläufige Beziehung zum H-Winkel weisen die die Konvexität des Knochen- und des Weichteilprofils beschreibenden Winkel, die sagittalen Positionen des knöchernen und des Weichteilpogonions sowie die Relation von Unterkieferbasis zur Oberkieferdiagonalen auf.

6. Die Therapie muß den Ergebnissen der Analyse Folge leisten und neben der Unterkieferhemmung eine Nachentwicklung des Oberkiefers anstreben. Die Auswirkungen der Progenie auf das Profil sind nicht allein durch den H-Winkel zu beschreiben, sondern müssen im Rahmen einer subjektiven Beurteilung in die Behandlung miteinbezogen werden.

VI Literaturverzeichnis

1. ALOE, PH. — Die kephalometrische Untersuchung des Weichteilprofils
Informat. Orthod.-Kieferorthop. 3/69, 16-36 (1969)

2. DAUSCH-NEUMANN, D. — Progenie und Fernröntgenbild
Fortschr. Kieferorthop. 20, 117-131 (1959)

3. DAUSCH-NEUMANN, D. — Die vertikale Dreiteilung des Gesichts
Fortschr. Kieferorthop. 25, 301-304 (1964)

4. DAUSCH-NEUMANN, D. — Biometgesicht und Kieferanomalie
Fortschr. Kieferorthop. 32, 353 - 365 (1971)

5. DAUSCH-NEUMANN, D. — Über das Kinn bei Deckbiß und Progenie
Fortschr. Kieferorthop. 34, 238-251 (1973)

6. DAUSCH-NEUMANN, D. — Über die Gesichtshöhe
Fortschr. Kieferorthop. 35, 332-341 (1974)

7. DAUSCH-NEUMANN, D. — Über die Milchgebißprogenie
Fortschr. Kieferorthop. 39, 457-474 (1978)

8. HASUND, A. — Klinische Kephalometrie für die Bergen-Technik
Universität Bergen (1976)

9. HASUND, A. WISTH, P.J. und BÖE, O.E. — Der H-Winkel in der kieferorthopädischen Diagnostik
Fortschr. Kieferorthop. 41, 40-46 (1980)

10. HAUSSER, E. — Weichteilprofil und knöchernes Profil bei anatomisch korrekter Okklusion
Fortschr. Kieferorthop. 16, 32-41 (1955)

11. HAUSSER, E. — Die Form des Unterkiefers bei der Progenie und ihre biogenetische Korrelationsbestimmung
Fortschr. Kieferorthop. 27, 509-512 (1966)

12. HAUSSER, E. — Die Bedeutung der Kiefer-Gesichts-Schädel Beziehungen im Fernröntgenbild als diagnostisches Hilfsmittel
Fortschr. Kieferorthop. 37, 413-427 (1976)

13. KLINK-HECKMANN, U. und BREDY, E. — Orthopädische Stomatologie
Thieme Verlag (1979)

14. KORKHAUS, G. — Die Bedeutung des Fernröntgenbildes für die kieferorthopädische Praxis
Fortschr. Kieferorthop. 20, 1-21 (1959)

15. KUNZ, W.
Hasund Seminar München 1974
Informat. Orthod.-Kieferorthop. 6/74
151-152 (1974)

16. LICARTSIS, E.
Der H-Winkel bei Normalokkluison
Med. Diss. Tübingen (198...)

17. MAUPAI, U.
Über das Kinn bei Progenie, Deckbiß und offenem Biß
Med. Diss. Tübingen (1974)

18. MIRAS, S.
Wachstumsveränderungen bei anatomisch korrekter Okklusion unter besonderer Berücksichtigung des Norderval-Winkels
Med. Diss. Tübingen (1979)

19. MYKLEBUST, S. HASUND, A. und BÖE, O.E.
Der Interincisalwinkel bei den verschiedenen Gesichtstypen
Informat. Orthod.-Kieferorthop. 3/71
61-65 (1971)

20. MYKLEBUST, S. HASUND, A. und BÖE, O.E.
Die Y-Achse bei den verschiedenen Gesichtstypen
Informat. Orthod.-Kieferorthop. 3/71,
91-97 (1971)

21. PANAGIOTIDIS, G. und WITT, E.
Der individualisierte ANB-Winkel
Fortschr. Kieferorthop. 38, 408-416 (1977)

22. RAKOSI, TH.
Progenie im Fernröntgenbild
Fortschr. Kieferorthop. 39, 486-492 (1978)

23. RAKOSI, TH.
Atlas und Anleitung zur praktischen Fernröntgenanalyse
Carl Hauser Verlag (1979)

24. REICH, TH.
Idee und Praxis der medizinischen Statistik
Hans Huber Verlag (1964)

25. REICHENBACH, E. BRÖCKL, H.
Kieferorthopädische Klinik und Therapie
Johann Ambrosius Barth Verlag (1967)

26. RUTZ, A.
Prognose der wachstumsbedingten Veränderungen der Y-Achse und der Facial Axis
Informat. Orthodont.-Kieferorthop. 8/76
347-362 (1976)

27. SACHS, L.
Angewandte Statistik
Springer Verlag (1974)

28. SCHMID, G. — Der Gesichtsschädelaufbau bei anatomisch korrekter Okklusion
Med. Diss. Tübingen (1976)

29. SCHMUTH, G. — Kieferorthopädie
Georg Thieme Verlag (1973)

30. SCHOPF, P. — Frühsymptome der progenen Entwicklung im Fernröntgenbild
Fortschr. Kieferorthop. 41, 47-55 (1980)

31. SCHUBERT, W. — Zur funktionellen Korrelation der Stumpfheit des Gonionwinkels und der Inversion der unteren Incisivi bei Progeniepatienten
Fortschr. Kieferorthop. 26, 91-97 (1965)

32. SCHUBERT, W. — Die Form des Unterkiefers bei der Progenie und ihre biogenetische Korrelationsbestimmung
Fortschr. Kieferorthop. 27, 513 (1966)

33. SCHULZE, C. — Zur Ätiologie der Progenie
Fortschr. Kieferorthop. 40, 87-104 (1979)

34. SCHULZE, C. — Lehrbuch der Kieferorthopädie, Band III
Quintessenz der Bibliothek (1982)

35. SCHWARZ, A.M. — Die Bedeutung des Fernröntgenbildes für die kieferorthopädische Praxis
Fortschr. Kieferorthop. 20, 22-38 (1959)

36. STOCKFISCH, H. — Fernröntgendiagnose, Fernröntgenprognose für die kieferorthopädische Allgemein- und Fachpraxis
Dr. Alfred Hüthig Verlag (1980)

37. WALKER, G. KOWALSKI, C. ARBOR, A. — Die Verteilung des ANB-Winkels auf "normale" Individuen
Informat. Orthod.-Kieferorthop. 4/72, 60-65 (1972)

38. ZEHLE, G. — Grundebenenwinkel und Kieferwinkel
Fortschr. Kieferorthop. 24, 111-115 (1963)

Lebenslauf

Ich, Ulrich Jung, wurde am 13. 2. 1959 als Sohn des Arztes für Allgemeinmedizin Dr. Wolfgang Jung und seiner Ehefrau Maria Helene, geborene Kees, in Geislingen / Steige geboren. Nach dem Besuch der Hauptschule in unserem Heimatort Bad Ditzenbach trat ich am 1. August 1968 in das städtische Gymnasium in Geislingen / St. ein.

Nach Abschluß der 10. Klasse wechselte ich in das Wirtschaftsgymnasium Geislingen / St. und erwarb am 6. Juni 1977 die allgemeine Hochschulreife.

Im Wintersemester 77 / 78 begann ich mein Studium der Zahnheilkunde an der Universität Tübingen, wo ich am 3. Oktober 1978 die naturwissenschaftliche Vorprüfung für Zahnärzte und am 14. März 1980 die zahnärztliche Vorprüfung ablegte.
Am 15. Dezember 1982 beendete ich das Staatsexamen und erhielt die Bestallung als Zahnarzt.

Zur Zeit bin ich am Zentrum für Zahn-, Mund-und Kieferheilkunde Ulm als Assistent in der konservierenden Abteilung bei Herrn Professor Dr. R. Mayer tätig.